# ملاحظات هامة لدراسة الفيزياء

## اولا : الوحدات الاساسيه

| Quantity الكمية | c.g.s نظام جاوس | m.k.s النظام المترى | التحويل |
|---|---|---|---|
| Length الطول | Cm | Meter | $1\ cm = 10^{2}\ meter$ |
| Mass الكتلة | gm | Kg | $1gm = 10^{-3}\ kg$ |
| Time الزمن | Sec | Sec | 1 sec = 1 sec |
| Area المساحة | $cm^2$ | $m^2$ | $1\ cm^2 = 10^{-4}\ m^2$ |
| Volume الحجم | $cm^3$ | $m^3$ | $1\ cm^3 = 10^{-6}\ m^2$ |
| Density الكثافة | $gm/cm^3$ | $Kg/m^3$ | $1\ gm / cm^3 = 10^3\ kg / m^3$ |
| Force القوة | Dyne | Newton | $1\ dyne = 10^{-5}\ N$ |
| Pressure الضغط | $Dyne/cm^2$ | $N/m^2$ | $1\ dyne / cm^2 = 10^{-1} N/m^2$ |
| Energy ( Work ) الطاقة ( الشغل ) | erg | Joule | $1\ erg = 10^{-7}\ J$ |
| Power القدرة | erg / sec | J/sec = Watt | $1\ erg/ sec = 10^{-7}\ Watt$ |
| Magnetic Field المجال المغناطيسى | gauss | Tesla | $1\ G = 10^{-4}\ T$ |

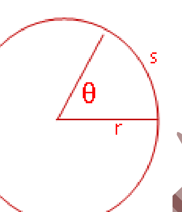
*******************************************************************************

## ثانيا : المضاعفات والكسور :

| المضاعفات | الكسور |
|---|---|
| $1\ Kilo(k) = 10^3$ | $1\ milli\ (m) = 10^{-3}$ |
| $1\ mega(M) = 10^6$ | $1\ micro\ (\mu) = 10^{-6}$ |
| $1\ giga\ (G) = 10^9$ | $1\ Nano\ (n) = 10^{-9}$ |
| $1\ Tera = 10^{12}$ | $1\ Pico\ (P) = 10^{-12}$ |

## ثالثا : الهندسة وحساب المثلثات

### ١- القياس الدائرى

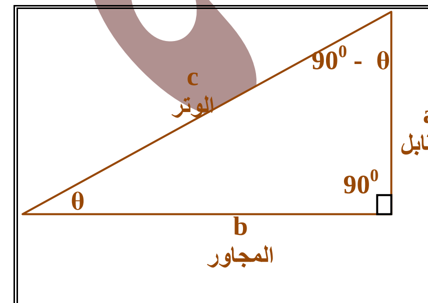



يتناسب طول القوس S لقوس دائرى مع نصف القطر r وذلك عند ثبوت الزاوية

θ حيث : $\theta = sr \quad \Leftrightarrow \quad \theta = \dfrac{s}{r}$

*******************************************************************************

### ٢- الدوال المثلثية




| | | |
|---|---|---|
| $\text{Sin}\ \theta = \dfrac{a}{c}$ | $\text{Cos}\ \theta = \dfrac{b}{c}$ | $\tan\ \theta = \dfrac{\sin\theta}{\cos\theta} = \dfrac{a}{b}$ |
| $\text{Sin}\ \theta = \cos\ (90^0 - 0)$ | $\cos\ \theta = \text{Sin}\ (90^0 - 0)$ | $\text{Cot}\ \theta = \tan\ (90^0 - 0)$ |
| $\text{Sin}(-\theta) = -\sin\theta$ | $\cos(-\theta) = -\cos\theta$ | $\tan(-\theta) = -\tan\theta$ |
| $\text{Sin}^2\theta + \cos^2\theta = 1$ | | |

## ٣- المساحات والحجوم

| الشكل | القانون | الرسم | الشكل | القانون | الرسم |
|---|---|---|---|---|---|
| الكرة | مساحة السطح = $4\pi r^2$<br>الحجم = $\frac{4}{3}\pi r^2$ | r | الدائرة | المحيط = $2\pi r$<br>المساحة = $\pi r^2$ | r |
| الأسطوانة | مساحة السطح = $\pi r L$<br>الحجم = $\pi r^2 L$ | r, L | المستطيل | المحيط = $2 L W$<br>المساحة = $L W$ | L, W |
| متوازى المستطيلات | مساحة الاسطح = $2(Lh + hw + Lw)$<br>الحجم = $L W h$ | h, L, w | المربع | المحيط = $4 L$<br>المساحة = $L^2$ | L |
| المكعب | مساحة وجه المكعب = $L^2$<br>مساحة أوجه المكعب = $6L^2$<br>حجم المكعب = $L^3$ | L | المثلث | المساحة = $\frac{1}{2} bh$ | h, b |

## ٤- قيم الدوال المثلثية للزوايا الشائعة الاستخدام

| θ | Sin θ | Cos θ | tan θ |
|---|---|---|---|
| $0^0$ | 0 | 1 | 0 |
| $30^0$ | 1 / 2 | $\sqrt{3}/2$ | $1/\sqrt{3}$ |
| $45^0$ | $\sqrt{2}/2$ | $\sqrt{2}/2$ | 1 |
| $60^0$ | $\sqrt{3}/2$ | 1 / 2 | $\sqrt{3}$ |
| $90^0$ | 1 | 0 | ∞ |

******************************************************************

## رابعا : الاسس العشرية

$10^0 = 1$

$10^1 = 10$

$10^2 = 10 \times 10 = 100$

$10^3 = 10 \times 10 \times 10 = 1000$

$10^4 = 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10000$

$10^5 = 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 100000$

$10^n \times 10^m = 10^{n+m}$

$10^{-1} = \frac{1}{10} = 0.1$

$10^{-2} = \frac{1}{10 \times 10} = 0.01$

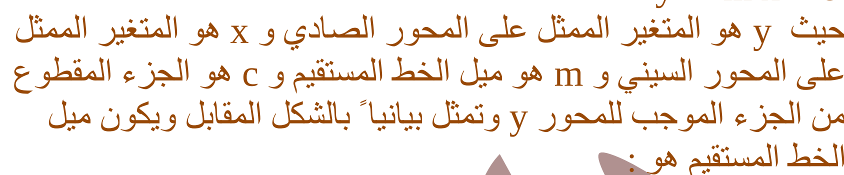
$10^{-3} = \frac{1}{10 \times 10 \times 10} = 0.001$

$10^{-4} = \frac{1}{10 \times 10 \times 10 \times 10} = 0.0001$

$10^{-5} = \frac{1}{10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10} = 0.00001$

$\frac{10^n}{10^m} = 10^{n-m}$

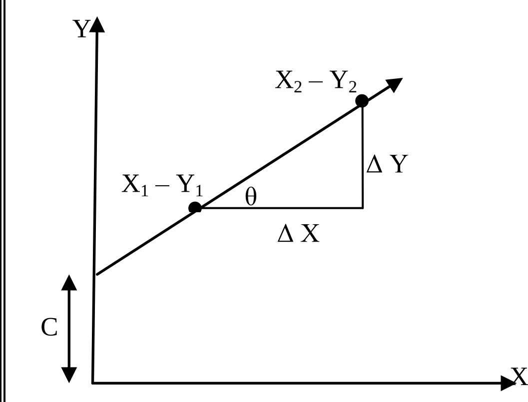
# معادلة الخط المستقيم



المعادلة العامة للخط المستقيم توضع على الصورة التالية :

$$y = m x + c$$

حيث y هو المتغير الممثل على المحور الصادي و x هو المتغير الممثل على المحور السيني و m هو ميل الخط المستقيم و c هو الجزء المقطوع من الجزء الموجب للمحور y وتمثل بيانياً بالشكل المقابل ويكون ميل الخط المستقيم هو :



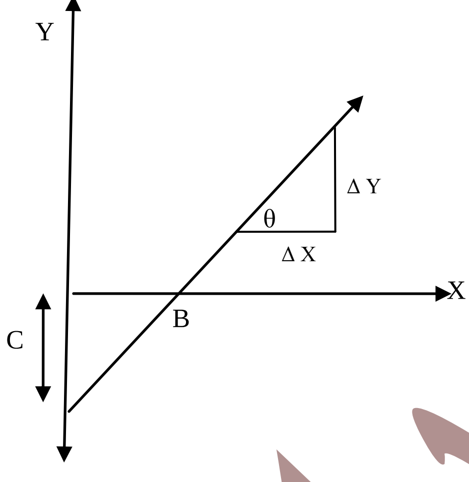

$$m = \tan\theta = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

حيث θ هى الزاوية التى يصنعها الخط المستقيم مع المحور x .

**********************************************************************

ونفس الشيء إذا كانت المعادلة على الصورة : $y = m x - c$

لكن فى هذه الحالة يكون C هو الجزء المقطوع من الجزء السالب للمحور Y ويكون ميل الخط المستقيم هو :




$$m = \tan\theta = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

**ملحوظة**

نقطة B يكون عندها قيمة $Y = 0$ وبالتعويض فى المعادلة الاساسية $0 = m x - c$

أى ان $m x = c$ اذا $m = \frac{c}{x}$

**********************************************************************

وعندما يكون الجزء المقطوع من محور Y مساوياً للصفر أى $C = 0$

تصبح المعادلة على الصورة :

$$Y = m X$$

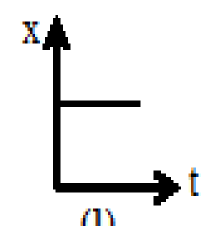
وهى تمثل علاقة خط مستقيم يمر بنقطة الاصل ( 0 , 0 ) ويكون :

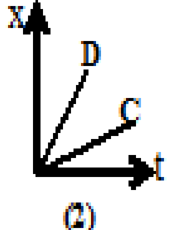
$$m = \tan\theta = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

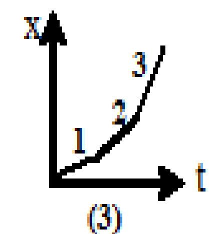
**********************************************************************

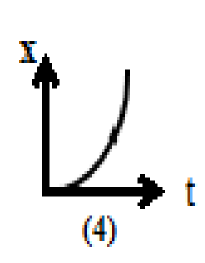
**فكر وجاوب**

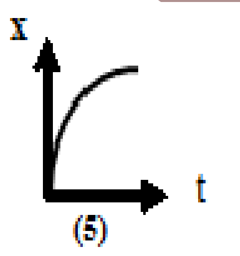
الاشكال البيانية التالية تمثل علاقة بين الازاحة على المحور الرأسي والزمن على المحور الأفقي أدرس هذه العلاقات:





mohamed_ahmed9981@yahoo

# الفصل الأول

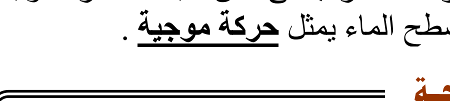
# الحركة الموجية

## مقدمة

سبق لك فى الصف الاول الثانوى دراسة حركة الاجسام وعلمت ان هناك نوعين من الحركة هما :
❶ حركة انتقالية لها نقطة بداية ونقطة نهاية .
❷ حركة دورية تكرر نفسها بانتظام على فترات زمنية متساوية ومن امثلتها الحركة الموجية والحركة الاهتزازية .

## الحركة الموجية

عند إلقاء حجر فى بحيرة ساكنة كما بالشكل يكون تصادم الحجر مع الماء مصدراً للاضطراب .ثم ينتشر هذا الإضطراب فوق سطح الماء على هيئة دوائر متحدة المركز ، مركزها موضع سقوط الحجر ويصاحب ذلك انتقال للطاقة من مصدر الاضطراب فى نفس اتجاه انتشار الموجة .
تسمى هذه الدوائر موجات الماء ، وانتشارها على سطح الماء يمثل **حركة موجية** .



**الموجة**

"اضطراب ينتقل وينقل الطاقة في اتجاه انتشارها"

**علل** ◄ **الموجة اضطراب ينتقل وينقل الطاقة في اتجاه انتشاره..**
**جـ :** لأنه عند اهتزاز المصدر بكيفية معينة فإن جزيئات الوسط المحيط به تهتز بنفس الكيفية لأن الإهتزاز ينتقل من المصدر المهتز إلى جزيئات الوسط الملامس له ثم إلى الجزيئات التي تليها وهكذا ينتقل الإضطراب على شكل حركة موجية.

## أنواع الموجات

❶ موجات ميكانيكية . ❷ موجات كهرومغناطيسية .

## اولا : الموجات الميكانيكية

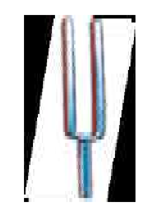
| | |
|---|---|
| **التعريف** | موجات تنشأ عن مصدر مهتز ينقل نوع من الاضطراب خلال الوسط المادى . |
| **الانتشار** | تنتشر خلال الاوساط المادية فقط ( صلب — سائل — غاز ). |
| **أمثلة** | موجات الماء ، موجات الصوت ، اهتزاز الأوتار |
| **شروط الحدوث** | ❶ وجود وسط مادي يسمح بانتقال الاضطراب خلاله.<br>❷ وجود مصدر اهتزاز.<br>❸ حدوث اضطراب ينتقل من المصدر المهتز إلى الوسط المحيط.<br>**وفيما يلى سنتناول كل شرط من هذه الشروط الثلاثة بشيء من التفصيل** |

### ( ١ ) وجود وسط مادى ينتقل خلاله هذا الاضطراب

تحتاج الموجات الميكانيكية لوسط مادى تنتقل خلاله لان جزيئات الوسط المادى تهتز لتنتقل طاقة الموجة الميكانيكية ، لذلك :
❶ لا يمكن سماع أصوات الانفجارات الكونية التى تحدث فى الفضاء .
❷ يستخدم رواد الفضاء أجهزة لاسلكية للتواصل فيما بينهم فى الفضاء .

### ( ٢ ) وجود مصدر اهتزاز

تنتج الموجات الميكانيكية نتيجة لوجود جسم يهتز فيصنع حركة اهتزازية ومن امثلة المصادر المهتزة :


الشوكة الرنانة


بندول الساعة


الوتر المهتز



ثقل معلق في زنبرك أثناء اهتزازه ( اليويو )

## ( ٣ ) حدوث اضطراب ينتقل من المصدر الى الوسط

عندما يهتز المصدر فإنه يحدث اضطراب ( أو اهتزاز ) واذا قمنا بدراسة احد المصادر المهتزة السابقة وليكن البندول البسيط فنلاحظ أنه يصنع حركة اهتزازية :

## الحركة الاهتزازية والمفاهيم المرتبطة بها

### الحركة الاهتزازية

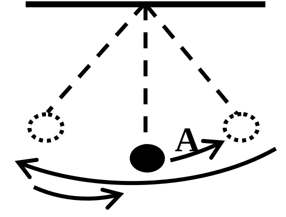
" هي الحركة المنتظمة التي يصنعها الجسم المهتز على جانبي موضع سكونه الأصلي في إتجاهين متضادين وفي فترات زمنية متساوية ".

### الازاحة (d)

" هي بعد الجسم المهتز في أي لحظة عن موضع سكونه أو اتزانه الأصلي مقداراً و اتجاهاً "

◈ وهي كمية متجهة ووحدة قياسها المتر.

### سعة الاهتزازة (A)



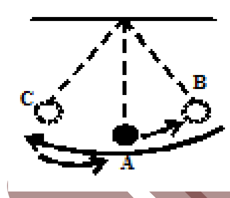

" هي أقصى إزاحة يحدثها الجسم المهتز بعيداً عن موضع سكونه"

أو " المسافة بين نقطتين متتاليتين في مسار حركة الجسم المهتز تكون سرعته في أحدهما أقصاها وفي الأخرى منعدمة "

◈ وهي كمية قياسية ووحدة قياسها المتر.

| ما معنى قولنا أن ( 🕮 ) | الإجابة |
|---|---|
| ( 🕮 ) سعة الاهتزازة لجسم مهتز = 5 cm | معنى ذلك أن أقصى إزاحة يحدثها هذا الجسم المهتز بعيدا عن موضع سكونه = 5 cm |
| المسافة بين نقطتين في مسار حركة الجسم تنعدم السرعة عند كليهما = 10 cm | معنى ذلك أن سعة الاهتزازة = 5 cm |

### الاهتزازة الكاملة ( الذبذبة الكاملة ) ( الدورة الكاملة )




◈ عندما يتحرك ثقل البندول من A الى B ثم الى C ثم يعود الى A مرة أخرى يكون قد مر بالنقطة A مرتين متتاليتين فى نفس الاتجاه ( أى بنفس الطور ) فيصنع اهتزازة كاملة .

**الطور**

موضع واتجاه حركة جزئ من جزئيات الوسط عند لحظة معينة .

**الاهتزازة الكاملة**

" هي الحركة التي يعملها الجسم المهتز في الفترة الزمنية التي تمضي بين مروره بنقطة واحدة في مسار حركته مرتين متتاليتين في اتجاه واحد وبنفس السرعة "

**ملاحظات هامة**

❶ الاهتزازة الكاملة = 4 × سعة الاهتزازة = 4 إزاحات .

❷ الازاحة الكلية التى يقطعها الجسم خلال الاهتزازة الكاملة = صفر

| | الزمن الدوري (T) | التردد ( υ ) |
|---|---|---|
| تعريفه | " هو الزمن الذي يستغرقه الجسم المهتز لعمل اهتزازة كاملة " أو "هو الزمن الذي يستغرقه الجسم المهتز ليمر بنقطة واحدة في مسار حركته مرتين متتاليتين في اتجاه واحد وبنفس السرعة" | " هو عدد الاهتزازات الكاملة التي يحدثها الجسم المهتز في الثانية الواحدة " |
| قانون حسابه: | الزمن الدورى = الزمن الكلى بالثوانى / عدد الاهتزازات الكاملة <br> $T = \frac{t}{n} = 4\ t_A$ | التردد = عدد الاهتزازات / الزمن بالثوانى <br> $\upsilon = \frac{n}{t} = \frac{1}{T} = \frac{1}{4T_A}$ |
| وحده قياسه | الثانية — مللى ثانية — ميكرو ثانية | الهرتز (Hz) مللى هرتز — ميكرو هرتز — كيلو هرتز — ميجا هرتز أو اهتزازة / ثانية أو دورة / ثانية أو $sec^{-1}$ |

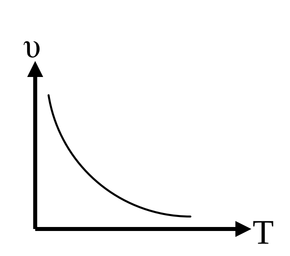
| م | ما معنى قولنا أن | الإجابة |
|---|---|---|
| ١ | الزمن الدورى لبندول مهتز = 0.2 sec | معنى ذلك أن الزمن الذي يستغرقه هذا البندول لعمل اهتزازة كاملة واحدة يساوى 0.2sec . |
| ٢ | تردد شوكة رنانة يساوى 500 HZ | أى أن عدد الاهتزازات الكاملة التى تحدثها الشوكة الرنانة فى الثانية الواحدة يساوى 500 أهتزازة كاملة . |
| ٣ | جسم مهتز يصنع 300 ذبذبة كاملة فى دقيقتين | أى أن تردد الجسم المهتز = 2.5 Hz |

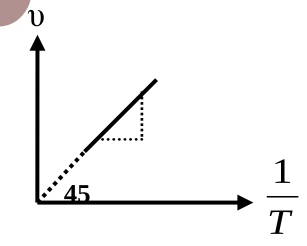
| م | متى يكون | الإجابة |
|---|---|---|
| ١ | طاقة حركة بندول مهتز = صفر . | عند أقصى إزاحة له . |
| ٢ | الزمن الدورى لجسم مهتز = 0.02 s | إذا كان تردده 50 هرتز . |
| ٣ | سعة اهتزازة جسم مهتز منعدمة . | قبل بداية الاهتزازة مباشرة . |
| ٤ | للجسم المهتز ذبذبة كاملة . | خلال الفترة التى تمضى بين مروره بنقطة واحدة مرتين متتاليتين فى اتجاه واحد |

## العلاقة بين التردد ( υ ) والزمن الدورى ( T )

الزمن الدورى = الزمن الكلى بالثوانى / عدد الاهتزازات الكاملة و التردد = عدد الاهتزازات / الزمن بالثوانى **إذا** التردد = 1 / الزمن الدورى

**أى أن** : التردد = مقلوب الزمن الدورى وبالتالى فان التردد يتناسب عكسياً مع الزمن الدورى ويمكن تمثيل ذلك بيانياً كما يلى




**من الرسم البيانى** : Slope = υ × T = 1

| م | علل لما يأتي | الإجابة |
|---|---|---|
| ١ | كلما زاد التردد قل الزمن الدوري والعكس . | لان التردد = مقلوب الزمن الدورى والعكس |
| ٢ | إذا قل الزمن الدوري للنصف فإن التردد يزداد للضعف. | لان الزمن الدورى يتناسب عكسياً مع التردد . |
| ٣ | يمكن قياس التردد بوحدة $s^{-1}$ | لأن التردد هو مقلوب الزمن الدوري $\nu = \frac{1}{T}$ ووحدة قياس الزمن الدوري هي s أي يمكن قياس التردد بوحدة $s^{-1}$ |

## أمثلة محلولة

**(١) وتر يهتز بحيث تستغرق أقصى إزاحة يصنعها الوتر فترة زمنية قدرها 0.002 s أحسب تردد هذا الوتر .**

الحل

الاهتزازة الكاملة = 4 × سعة الاهتزازة .

زمن الاهتزازة الكاملة ( الزمن الدورى ) = 4 × زمن سعة الاهتزازة

$$T = 4 \times 0.002 = 0.008\ s \Rightarrow \upsilon = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.008} = 125HZ$$

*************************************************************************

**(٢) شوكة رنانة تعمل 1200 ذبذبة كاملة فى 3 s احسب تردد الشوكة وزمنها الدورى .**



الحل

$$\upsilon = \frac{\text{عدد الاهتزازات}}{\text{الزمن بالثوانى}} = \frac{1200}{3} = 400HZ$$

$$T = \frac{\text{الزمن الكلى بالثوانى}}{\text{عدد الاهتزازات الكاملة}} = \frac{3}{1200} = 0.025S$$

*************************************************************************

**(٣) فى الشكل المقابل : إذا كان الزمن الذى يستغرقه البندول ليتحرك من النقطة C الى النقطة B هو 0.8 s أحسب ❶ الزمن الدورى . ❷ التردد . ❸ عدد الاهتزازات الكاملة خلال 16 s .**
**❹ الزمن اللازم لعمل 50 اهتزازة كاملة .**

الحل

$$T = \frac{t}{n} = \frac{0.8}{\frac{1}{2}} = 1.6s$$

$$\upsilon = \frac{1}{T} = \frac{1}{1.6} = 0.625Hz$$

$$n = \frac{t}{T} = \frac{16}{1.6} = 10\ \text{اهتزازة}$$

$$t = nT = 50 \times 1.6 = 80s$$

*************************************************************************

**(٤) جسم مهتز يحدث $\frac{1}{4}$ اهتزازة كاملة في $\frac{1}{80}$ من الثانية احسب: ❶ الزمن الدوري ❷ التردد**

الحل

❶) ∵( الزمن الدوري = ٤ × زمن سعة الاهتزازة)

$$\therefore T = 4 \times \frac{1}{80} = \frac{1}{20} = 0.05\ s,$$

❷ $$\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.05} = 20Hz$$

*************************************************************************

**(٥) بندول بسيط يصنع 1200 ذبذبة في الدقيقة وفي كل اهتزازة كاملة يقطع مسافة 20 cm**
**❶ سعة اهتزازة البندول ❷ التردد ❸ الزمن الدوري**

الحل

❶ سعة الاهتزازة = $\frac{1}{4}$ × الاهتزازة الكاملة ∴ $A = \frac{1}{4} \times 20 = 5\ cm$

❷ $\nu = \frac{n}{t} = \frac{1200}{60} = 20Hz$ ,

❸ $T = \frac{1}{\upsilon} = \frac{1}{20} = 0.05s$

## تجربة لتوضيح الحركة التوافقية البسيطة

تسمى الحركة الاهتزازية البسيطة ( مثل حركة البندول البسيط والملف الزنبركى) حركة توافقية بسيطة ويمكن تمثيل هذه الحركة بيانياً بمنحنى جيبي وهو ما يميزها كما يلى :

❶ ضع ثقلاً فوق سطح أفقى أملس وثبت فى أحد طرفيه ملف زنبركي طرفه الاخر مثبت فى حائط .
❷ عند جذب ثقل الملف الزنبركى يستطيل الملف .
❸ عند تركه يعود الى وضع الإتزان .
❹ ثم ينضغط .
❺ ثم يعود لوضع الاتزان .

فكر وجاوب

١- ارسم المنحنى البياني ( منحنى الجيب) الذي يوضح العلاقة بين بعد مركز ثقل الجسم عن موضع استقراره والزمن؟

٢- إذا استغرقت زمن سعة اهتزازة t فإن للوصول الى نصفها فقط فإننا نستغرق زمن قدره........

**************************************************************************

## أنواع الموجات الميكانيكية

❶ موجات طولية .　　　❷ موجات مستعرضة .

## ( ١ ) الموجات المستعرضة

### للتعرف على طبيعة الموجات المستعرضة نجرى التجربة التالية

**الخطوات**

❶ نثبت كتلة m في زنبرك رأسي ونثبت بها طرف حبل طويل أفقي مشدود ومثبت طرفه البعيد في حائط رأسي
❷ نجذب الكتلة m إلى أسفل ثم نتركها .

**الملاحظة**

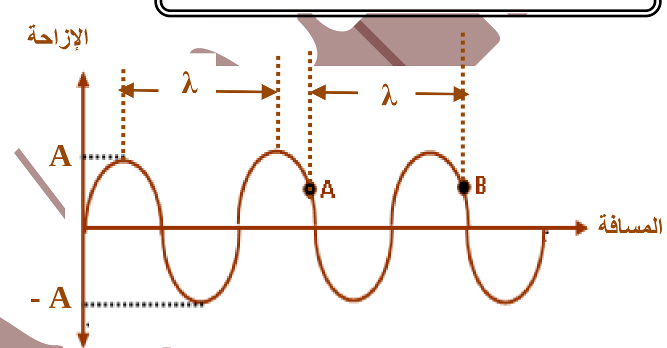
تتحرك الكتلة إلى أعلى وإلى أسفل حركة توافقية بسيطة في الاتجاه الرأسي ويتحرك الحبل المتصل بالكتلة بنفس الكيفية التي تتحرك بها الكتلة m ثم تتحرك الأجزاء التي تليه بنفس الكيفية وهكذا ينتشر في الوتر حركة موجية.

**الاستنتاج**

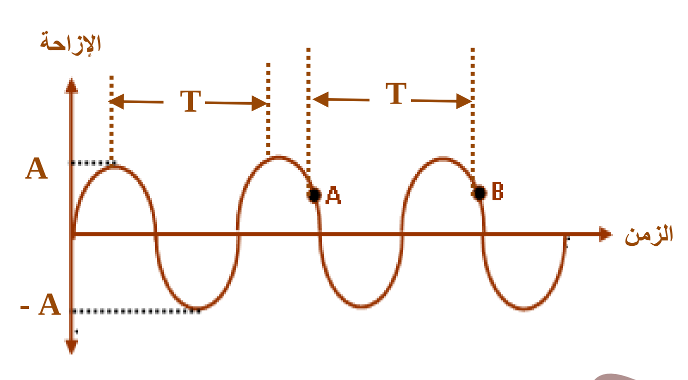
❶ عند اهتزاز الحبل لأعلى ولأسفل تنتقل موجة فى الحبل تتكون من قمم وقيعان
❸ يكون اتجاه اهتزاز الحبل ( الوسط ) عمودى على اتجاه انتشار الموجة ، وهذه الموجة تسمى الموجة المستعرضة .

| | |
|---|---|
| الموجات المستعرضة | " هي الموجات التي تهتز فيها جزيئات الوسط حول مواضع اتزانها في اتجاه عمودي على اتجاه انتشار الحركة الموجية" |
| تتكون الموجة المستعرضة من: | قمم وقيعان |
| تعريف القمة | "هي أقصى إزاحة للجسم المهتز في الاتجاه الموجب" |
| تعريف القاع | "هو أقصى إزاحة للجسم المهتز في الاتجاه السالب" |
| الطول الموجي لموجة مستعرضة | "هو المسافة بين أي قمتين متتاليتين أو قاعين متتالين" أو " ضعف المسافة بين أي قمة والقاع التالي لها" |

## التمثيل البيانى للموجات المستعرضة




الشكل (١)




الشكل (٢)

**من الشكلين السابقين نجد أن :**

❶ سعة الموجة ( A ) = أقصى إزاحة لجزئيات الوسط المهتز بعيدا عن مواضع اتزانها .
❷ النقطتان A,B لهما نفس الطور ومتتاليتان .
∴ فى الشكل (١) المسافة بين A,B = الطول الموجى ،
فى الشكل (٢) الزمن بين A,B = الزمن الدورى
❸ المسافة الافقية بين قمة وقاع = نصف الطول الموجى = $\frac{\lambda}{2}$
❹ المسافة الرأسية بين قمة وقاع = 2 × سعة الاهتزازة = 2 A
❺يمكن حساب عدد الأمواج المستعرضة كالتالي:

◈ عدد الأمواج = الفرق بين رقم القمتين = الفرق بين رقم القاعين

❻ يمكن حساب الطول الموجي من العلاقة ( الطول الموجى = $\frac{\text{المسافة الكلية}}{\text{عدد الموجات}}$ ) أو $\lambda = \frac{X}{n}$

❼ يمكن حساب التردد من العلاقة ( التردد = $\frac{\text{عدد الموجات}}{\text{الزمن بالثانية}}$ ) او $\upsilon = \frac{n}{t}$

❽ اقصى ازاحة لموجة مستعرضة تكون عند القمة .

### الطول الموجى (λ)

المسافة بين أى نقطتين متتاليتين في اتجاه انتشار الموجة لهما نفس الطور ( أى لهما نفس الازاحة ونفس الاتجاه ) .

**أو** المسافة التى تقطعها الموجة خلال زمن دورى واحد

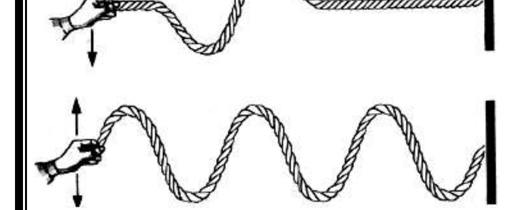
### التردد (υ)

عدد الموجات التى تمر بنقطة معينة في مسار الحركة الموجية في زمن قدره 1s

**أو** عدد الاطوال الموجية التى تقطعها الموجة المنتشرة فى اتجاه معين فى 1s

| م | ما معنى قولنا أن ( 📖 ) | معنى ذلك أن |
|---|---|---|
| ١ | الطول الموجي لموجة مستعرضة = 2 m | المسافة أي قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليين لهذه الموجة = 2m |
| ٢ | المسافة بين مركز قمة وقاع متتاليين لموجة مستعرضة يساوي 0.25m ؟ | الطول الموجي لهذه الموجة = 0.5 m |
| ٣ | المسافة بين القمة الأولى والقمة الثالثة لموجة مستعرضة = 18 cm ؟ | الطول الموجي لهذه الموجة = 9cm |

## تجربة لتوليد قطار من الموجات المرتحلة في حبل مشدود



❶ ثبت أحد طرفي حبل في حائط رأسي ثم أمسك الطرف الثاني باليد وشد الحبل
❷ حرك يدك رأسيا لأعلى مرة واحدة لعمل نبضة ، ثم حرك يدك رأسيا مرة واحدة لأسفل لعمل نبضة.
❸ ينتشر على طول الحبل موجة على شكل نبضة إلى أعلى ونبضة إلى أسفل وتسمى هذه الموجة موجة مرتحلة .
❹ إذا استمرت حركة اليد إلى أعلى وإلى أسفل تظل الحركة التوافقية البسيطة مستمرة وتكون الموجة متواصلة أي يتكون قطار من الموجات المرتحلة .

### الموجة المرتحلة

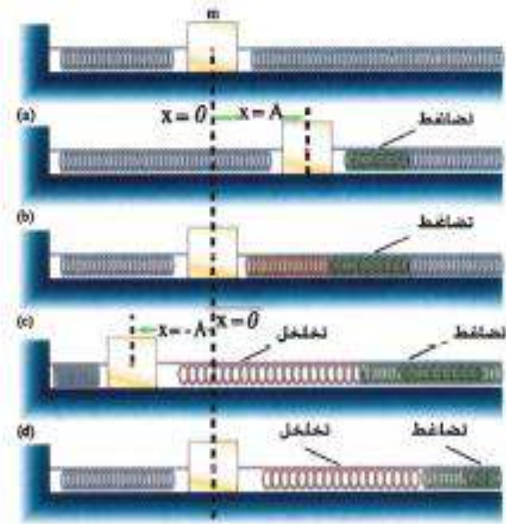
هي اضطراب فردي أو زوجي يتدرج من نقطة لأخرى" أو " موجة تنتشر على شكل نبضة واحدة فقط

**علل**

◄ **أثناء عمل موجة فى حبل فإننا نبذل شغلا .**
**جـ :** لان الشغل ناتج من طاقة وضع تتمثل في شد الحبل و طاقة حركة تعمل على اهتزاز الحبل.

## ( ٢ ) الموجات الطولية

### للتعرف على طبيعة الموجات الطولية نجرى التجربة التالية




**الخطوات**

❶ نضع كتلة m فوق سطح أفقي أملس ، مثبتة من أحد طرفيها في زنبرك والطرف الآخر في زنبرك طويل مثبت عند طرفه البعيد في حائط رأسي ( شكل a ).
❷ نجذب الكتلة m جهة اليمين في اتجاه محور الزنبرك إلى الموضع X = + A ( شكل b )

**الملاحظة :**

ينضغط جزء من الزنبرك على يمين الكتلة فتقترب اللفات من بعضها ، هذا التقارب يسمى تضاغط ويعمل على ضغط حلقاته بصوره متتابعة ، و هكذا ينتقل التضاغط تباعاً الى جهة اليمين .

❸ عندما تتحرك الكتلة m جهة اليسار إلى الموضع X = - A ( شكل c )

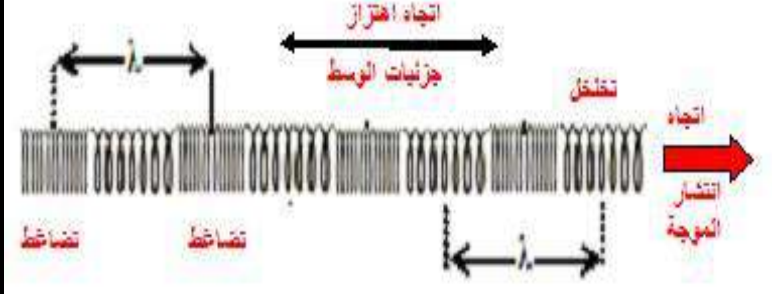
**الملاحظة :**

يستطيل جزء من الزنبرك على يمين الكتلة m و تتباعد اللفات ، هذا التباعد بين اللفات يسمى تخلخل.هذا التخلخل سرعان ما ينتشر جهة اليمين عبر الزنبرك عندما تعود الكتلة الى وضع الاستقرار x = 0 مرة اخرى .
( شكل d )

**الاستنتاج**

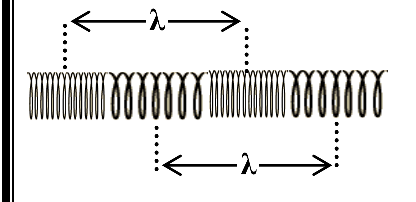
❶ عند تذبذب ( اهتزاز ) الزنبرك فإن مجموعة من التضاغطات والتخلخلات تنتقل على طول الزنبرك.

❷ تمثل مجموعة التضاغطات والتخلخلات موجة تنتشر فى نفس اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط تسمى الموجة الطولية .




| | |
|---|---|
| **تعريف الموجات الطولية** | "هي تلك الموجات التي تهتز فيها جزيئات الوسط حول مواضع اتزانها في نفس خط انتشار الحركة الموجية" |
| **تتكون الموجات الطولية من:** | تضاغطات وتخلخلات . |
| **الطول الموجي لموجة طولية λ** | "هو المسافة بين مركزي أي تضاغطين متتاليين أو تخلخلين متتاليين" أو "مجموع طولي تضاغط وتخلخل متتاليين" |
| **تعريف التضاغط** | "هو موضع من الموجة الطولية تتقارب فيه جزيئات الوسط إلى أقصى حد ممكن" |
| **تعريف التخلخل** | "هو موضع من الموجة الطولية تتباعد فيه جزيئات الوسط إلى أقصى حد ممكن" |

**ملحوظة**



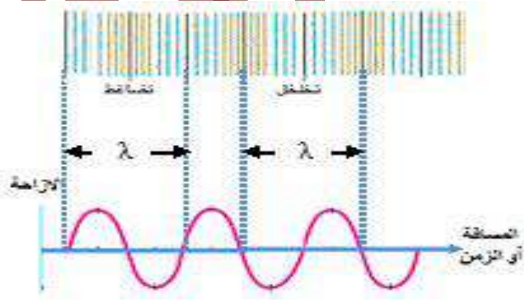

الموجة الطولية الواحدة تتكون من تضاغط وتخلخل متتاليين

∴ المسافة التي يشغلها تضاغط واحد او تخلخل واحد $= \frac{1}{2}\lambda$ ،

عدد الامواج = الفرق بين رقم التضاغطين = الفرق بين رقم التخلخلين .

| م | ما معنى قولنا أن ( 🕮 ) | معنى ذلك أن |
|---|---|---|
| ١ | **الطول الموجي لموجة طولية =** 5 cm | المسافة بين مركزي أي تضاغطين متتاليين أو تخلخلين متتاليين لهذه الموجة = 5cm |
| ٢ | **المسافة بين مركز تضاغط ومركز التخلخل التالي لموجة طولية يساوي** 0.6m **؟** | الطول الموجي لهذه الموجة = 1.2m |
| ٣ | **المسافة بين مركز التضاغط الأول لموجة طولية والتضاغط الرابع لها =** 15cm **؟** | الطول الموجي لهذه الموجة = 5cm |

**التمثيل البيانى للموجات الطولية**




عند رسم علاقة بين الازاحة والمسافة أو الازاحة والزمن نحصل على منحنى جيبي . وبالتالى يطبق على هذا المنحنى نفس المفاهيم والقوانين التى ذكرت في التمثيل البيانى للموجة المستعرضة .

**علل**

◄ **ينتشر الصوت في الغازات على شكل موجات طولية فقط**

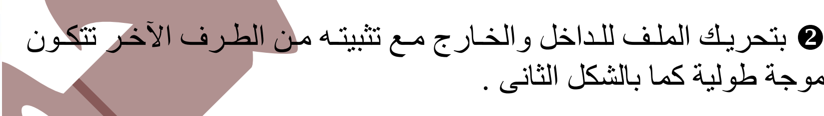
**جـ :** لأن قوى التجاذب بين جزيئات الغاز ضعيفة لذلك عندما يهتز مصدر الصوت فإن جزيئات الغاز تكون قابلة للإهتزاز والإزاحة في نفس اتجاه انتشار الموجة على شكل تضاغطات وتخلخلات.

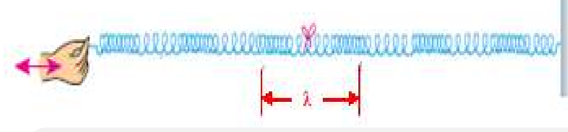
| وجه المقارنة | الموجات المستعرضة | الموجات الطولية |
|---|---|---|
| شكل الموجة | قمة λ قمة / قاع قاع λ | تخلخل λ / تضاغط λ |
| اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط | عمودي على اتجاه إنتشار الموجة | في نفس اتجاه إنتشار الموجة |
| التكوين | تتكون من قمم وقيعان | تتكون من تضاغطات وتخلخلات |
| الطول الموجي | المسافة بين أي قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليين | المسافة بين مركزي أي تضاغطين متتاليين أو تخلخلين متتاليين |
| أمثلة | • الموجات على سطح الماء<br>• الموجات المنتشرة في الأوتار | • موجات الصوت في الغازات .<br>• الموجات في باطن الماء |

## كيفية الحصول على موجات مستعرضة وموجات ميكانيكية باستخدام زنبركي طويل


❶ بتحريك الملف لأعلى ولأسفل مع تثبيته من الطرف الآخر تتكون موجة مستعرضة كما بالشكل الاول .





❷ بتحريك الملف للداخل والخارج مع تثبيته من الطرف الآخر تتكون موجة طولية كما بالشكل الثانى .




## أمثلة محلولة

١- موجة مستعرضة المسافة بين القمة الأولى والسادسة عشرة = 105m والزمن الذي يمضي بين مرور القمة الأولى والسادسة عشرة 0.375s استنتج: ❶ الطول الموجي ❷ تردد الموجة ❸ الزمن الدوري

الحل

عدد الموجات = ١٦ – ١ = ١٥ موجة

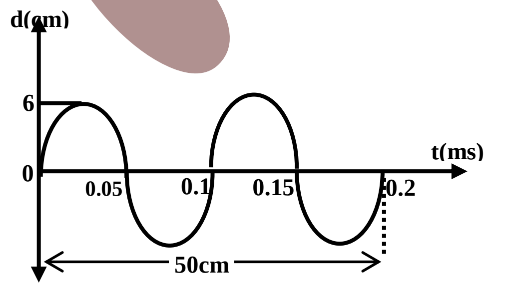
❶ $\lambda = \frac{X}{n} = \frac{105}{15} = 7m$

❷ $\nu = \frac{n}{t} = \frac{15}{0.375} = 40Hz$

❸ $T = \frac{1}{\upsilon} = \frac{1}{40} = 0.025s$

*********************************************************************

٢- من الشكل المقابل احسب ❶: الطول الموجي ❷ التردد ❸ سعة الاهتزازة




الحل

❶ $\lambda = \frac{X}{n} = \frac{5\times10^{-2}}{2} = 0.25m$

❷ $\nu = \frac{n}{t} = \frac{2}{0.2\times10^{-3}} = 10^{4}\ Hz$

❸ سعة الاهتزازة = أقصى إزاحة = $6\times10^{-2}$ m

*********************************************************************

## ثانيا : الموجات الكهرومغناطيسية




| | | |
|---|---|---|
| **نشأتها** | تنشأ من اهتزاز مجالين متعامدين أحدهما كهربى والآخر مغناطيسى وكلاهما عمودى على اتجاه انتشار الموجة . | |
| **الانتشار** | تنتشر خلال الأوساط المادية والفراغ . | |
| **تعريفها** | موجات تنشأ عن مجالات كهربية ومجالات مغناطيسية مهتزة بتردد υ ومتفقة فى الطور ومتعامدة على بعضها وعلى اتجاه الانتشار وتنتشر فى الأوساط المادية والفراغ . | |
| **أمثلة** | ❶ موجات الضوء . ❷ موجات الأشعة السينية . ❸ أشعة جاما<br>❹ الموجات اللاسلكية ( موجات الراديو والتلفزيون والتليفون المحمول ) حيث :<br>• يتحول الصوت أو الصورة الى موجات يستقبلها الهوائى ( الإريال ) .<br>• تتحول هذه الموجات الى إشارات كهربية فى جهاز الاستقبال ثم الى صوت أو صورة . | |
| **أنواعها** | موجات مستعرضة فقط . | |

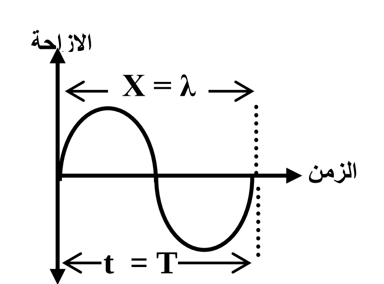
| وجه المقارنة | الموجات الميكانيكية | الموجات الكهرومغناطيسية |
|---|---|---|
| **الانتشار** | تحتاج الى وسط مادي حتى تنتشر | تنتشر في الأوساط المادية والفراغ |
| **كيف تنشأ** | من اهتزاز جزيئات الوسط إما عمودياً على اتجاه انتشار الموجة أوفي نفس اتجاه انتشار الموجة | تنشأ من اهتزاز مجالات كهربية ومغناطيسية في اتجاه عمودي على بعضهما و على اتجاه إنتشار الموجة |
| **أنواعها** | طولية ومستعرضة | جميعها مستعرضة |
| **الرؤية** | يمكن أن نرى بعضها . | لا ترى ولكن ندركها بآثارها |
| **أمثلتها** | الماء ، الصوت ، اهتزاز الأوتار | الراديو ، الضوء ، أشعة جاما ، الأشعة السينية X |

| م | علل لما يأتى | الإجابة |
|---|---|---|
| ١ | **الموجات الميكانيكية تحتاج وسط مادي تنتشر فيه ولا تنتشر في الفراغ** | لأنها تنشأ من اهتزاز جزيئات الوسط وفي الفراغ لا يوجد وسط مادي. |
| ٢ | **الموجات الكهرومغناطيسية تنتشر في الفراغ والأوساط المادية.** | لأنها تتولد نتيجة اهتزازات مجالات كهربية ومغناطيسية متعامدة. |
| ٣ | **الموجات الميكانيكية قد تكون طولية أو مستعرضة.** | لأنه عند اهتزاز جزيئات الوسط في نفس اتجاه انتشار الموجة تنشأ موجة طولية ، وعند اهتزاز جزيئات الوسط في اتجاه عمودي على اتجاه انتشار الموجة تنشأ موجة مستعرضة. |
| ٤ | **جميع الموجات الكهرومغناطيسية مستعرضة فقط.** | لأن كلا المجالين الكهربي والمغناطيسي متعامدين على بعضهما وعلى اتجاه انتشار الموجة. |
| ٥ | **لا يستطيع رواد الفضاء التحدث مباشرة على سطح القمر ولكن يستخدمون أجهزة لاسلكية.** | لأن الصوت موجات ميكانيكية يلزمها وسط مادي تنتشر فيه كالهواء والفضاء لا يحتوي على هواء، بينما موجات اللاسلكي موجات كهرومغناطيسية يمكن أن تنتشر في الفضاء. |
| ٦ | **يصل ضوء الشمس إلى الأرض بينما لا نسمع صوت الإنفجارات بها.** | لأن الضوء موجات كهرومغناطيسية يمكن أن تنتشر في الفراغ وفي الهواء فتصل للأرض، بينما صوت الإنفجارات موجات ميكانيكية تحتاج وسط مادي كالهواء وفي الفراغ الشاسع بين الشمس والأرض لا يوجد هواء. |

## استنتاج سرعة انتشار الموجات ( العلاقة بين الطول الموجي والتردد وسرعة انتشار الموجات )

❶ إذا انتقلت موجة بسرعة V مسافة تعادل الطول الموجى λ فإن الموجة تستغرق زمناً قدره الزمن الدورى T

فإن: $V = \frac{X}{t}$ ----(1)   ، عندما يكون $X = \lambda$ , $t = T$




❷ بالتعويض في المعادلة ١ عن المسافة والزمن نجد أن : $V = \frac{\lambda}{T}$ ------(2)

❸ ولكن $\upsilon = \frac{1}{T}$ وبالتعويض في المعادلة ٢ نجد أن:

سرعة إنتشار الموجة = التردد × الطول الموجي ( $V = \upsilon\lambda$ )

**سرعة انتشار الموجة (V)**

" المسافة التى تقطعها الموجة في الثانية الواحدة في اتجاه انتشارها "

◄ **ما معنى قولنا أن : سرعة موجة** 20 m/s .

جـ : معنى ذلك أن المسافة التى تقطعها الموجة خلال واحد ثانية = 20 m .

أكمل

◄ **عند إنتشار موجات الضوء في الهواء فإن جزيئات الهواء .......**

( تهتز طولياً – تهتز مستعرضاً – تهتز طولياً ومستعرضاً – لا تهتز اصلا )

**تطبق العلاقة ( $v = \lambda\upsilon$ ) على جميع أنواع الموجات ( الطولية والمستعرضة ) ، فعندما**

**تنتشر موجتان ( صوت مثلًا ) فى نفس الوسط**

تكون سرعة الموجتين واحدة لأن سرعة الموجة تعتمد على نوع الوسط .

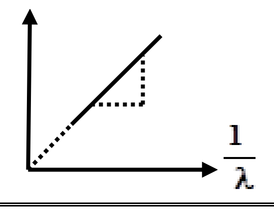
$$V_1 = V_2$$

$$\lambda_1\upsilon_1 = \lambda_2\upsilon_2$$

حيث $\lambda_1$ , $\upsilon_1$ الطول الموجى والتردد للموجة الاولى ،
$\lambda_2$ , $\upsilon_2$ الطول الموجى والتردد للموجة الثانية .

$$\therefore \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\upsilon_2}{\upsilon_1}$$

أى أن
الطول الموجي يتناسب عكسيا مع التردد عند ثبوت سرعة انتشار الموجة ،
ويمكن تمثيل ذلك بيانياً :




slope = $\lambda\upsilon = v$

**تنتشر موجة ( صوت أو ضوء ) من وسط الى وسط**

يكون تردد الموجة واحد في الوسطين لأن تردد الموجة يعتمد على المصدر .

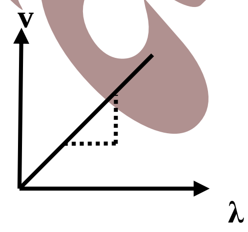
$$\upsilon_1 = \upsilon_2$$

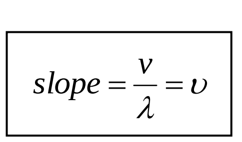
$$\frac{V_1}{\lambda_1} = \frac{V_2}{\lambda_2}$$

حيث $\lambda_1$ , $v_1$ طول الموجة وسرعتها فى الوسط الاول ،
$\lambda_2$ , $v_2$ طول الموجة وسرعتها فى الوسط الثانى .

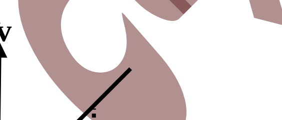
$$\therefore \frac{V_1}{V_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

أى أن
الطول الموجي يتناسب طردياً سرعة انتشار الموجة عند ثبوت التردد ،
ويمكن تمثيل ذلك بيانياً :



$slope = \frac{v}{\lambda} = \upsilon$



علل

◄ **كلما زاد تردد الموجة قل الطول الموجي لها في الوسط المتجانس.**

جـ: لأن تردد الموجة يتناسب عكسيا مع الطول الموجي ( $\upsilon \propto \frac{1}{\lambda}$ ) لثبوت سرعة انتشار الموجة في الوسط المتجانس .

| م | ماذا يحدث لو ( 📖 ) | الإجابة |
|---|---|---|
| ١ | انتقلت موجة من وسط لأخر وزادت سرعتها للضعف | سيظل التردد ثابت و يزداد الطول الموجى للضعف. |
| ٢ | انتقلت موجة من وسط لأخر وقل الطول الموجي للنصف | سيظل التردد ثابت و تقل السرعة للنصف |
| ٣ | زاد تردد موجة للضعف في وسط معين | تظل السرعة ثابتة ويقل الطول الموجى للنصف |

## أمثلة محلولة

**(١) احسب تردد موجات ضوء تنتشر في الفضاء بسرعة 300 ألف كيلومتر/ث علما بأن طول موجة الضوء = 6000أنجستروم ( $1A^\circ = 10^{-10}m$ )**

الحل

$$\upsilon = \frac{V}{\lambda} = \frac{3\times10^8}{6\times10^3\times10^{-10}} = 0.5\times10^{15}\,Hz$$

*************************************************************************

**(٢) شوكة رنانة ترددها 480 Hz طرقت وقربت من فوهة أنبوبة هوائية طولها 12 m فإذا وصلت الموجة الأولى الحادثة عند الفوهة إلى نهاية الأنبوبة عندما كانت الشوكة على وشك إرسال الموجة الثالثة عشر، احسب سرعة الصوت في الهواء**

الحل

عدد الأمواج الموجودة داخل الأنبوبة = 12 موجة

$$\lambda = \frac{X}{n} = \frac{12}{12} = 1m\,,\ V = \upsilon\times\lambda = 1\times480 = 480m/s$$

*************************************************************************

**(٣) قام طالب بعد الموجات التي تمر بنقطة في ماء البحر فوجدها 15 موجة خلال 3 s فإذا كان طول الموجة 0.7 m احسب سرعة انتشار الأمواج في ذلك الوقت**

الحل

$$\nu = \frac{n}{t} = \frac{15}{3} = 5Hz\,,\quad V = \upsilon\times\lambda = 0.7\times5 = 3.5m/s$$

*************************************************************************

**(٤) موجتان ترددهما 512 ، 256 هرتز تنتشران في وسط معين بسرعة واحدة احسب النسبة بين الطول الموجي لهما**

الحل

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\upsilon_2}{\upsilon_1} = \frac{256}{512} = \frac{1}{2} = 0.5$$

*************************************************************************

**(٥) نغمتان ترددهما 680Hz ، 425Hz فإذا كان الطول الموجي لإحداهما يزيد عن الطول الموجي للأخرى بمقدار 30cm احسب سرعة الصوت في الهواء**

الحل

بما انهما في نفس الوسط اذا فالسرعة ثابتة ويكون الطول الموجى متناسب عكسيا مع التردد اى ان الموجة ذات التردد الاكبر سيكون طولها الموجى هو الاقل .

$$\because \frac{\upsilon_1}{\upsilon_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \Rightarrow \therefore \frac{680}{425} = \frac{\lambda_1 + 0.3}{\lambda_1} \Rightarrow \therefore 680\lambda_1 = 425\lambda_1 + 127.5 \Rightarrow \therefore \lambda_1 = 0.5m$$

$$\because V = \upsilon\times\lambda = 680\times0.5 = 340m/s$$

*************************************************************************

**(٦) مصدر صوتي يصدر موجة صوتية ترددها 170Hz تنتشر في الهواء بسرعة 340m/s احسب الطول الموجي لهذه الموجة . وإذا علمت أنه عند ارتفاع درجة الحرارة زاد الطول الموجي بنسبة 10 % احسب سرعة الصوت في الهواء حينئذ**

الحل

$$\because V = \upsilon\times\lambda \Rightarrow \therefore 340 = 170\lambda \Rightarrow \therefore \lambda = \frac{340}{170} = 2m$$

∵ الزيادة في الطول الموجي = $2\times\frac{10}{100} = 0.2$ متر

$$\therefore \lambda_2 = 2 + 0.2 = 2.2m\,,$$

$$\therefore V_2 = \upsilon\times\lambda_2 = 170\times2.2 = 374m/s$$

(٧) ألقى طالب حجرا في بحيرة ساكنة فتكونت موجات على شكل دوائر متحدة المركز ، مركزها نقطة سقوط الحجر فإذا علمت أن 30 موجة تكونت خلال 3 ثانية وذلك في دائرة نصف قطرها الخارجي 2.1 m .
احسب ❶ طول الموجة الحادثة ❷ ترددها ❸ الزمن الدوري ❹ سرعة انتقال الموجة

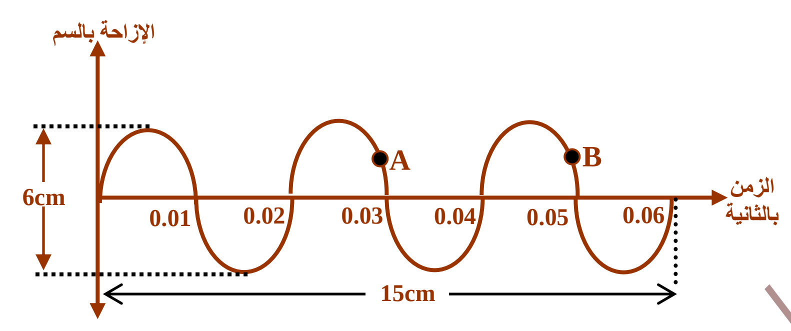
الحل

❶ $\lambda = \frac{X}{n} = \frac{2.1}{30} = 0.07m$ ❷ $\nu = \frac{n}{t} = \frac{30}{3} = 10Hz$

❸ $T = \frac{1}{\upsilon} = \frac{1}{10} = 0.1s$ ❹ $V = \upsilon \times \lambda = 10 \times 0.07 = 0.7m/s$

*****************************************************************************

(٨) الشكل المبين يوضح علاقة الإزاحة ( بالسنتيمتر) مع الزمن ( بالثواني ) لموجة مستعرضة أوجد ❶ الطول الموجي ❷ سعة الاهتزازة ❸ الزمن الدوري ❹ التردد ❺ ما تمثله المسافة AB ❻ سرعة انتشار الأمواج




الحل

❶ $\lambda = \frac{X}{n} = \frac{15 \times 10^{-2}}{3} = 5 \times 10^{-2} = 0.05m$

❷ سعة الاهتزازة = أقصى إزاحة = $\frac{6 \times 10^{-2}}{2} = 0.03m$

❸ $T = \frac{t}{n} = \frac{0.06}{3} = 0.02s$ ,

❹ $\upsilon = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.02} = 50Hz$

❺ الذي تمثله المسافة AB هو الطول الموجي لأنه المسافة بين نقطتين متتاليتين لهما نفس الطور = 0.05 متر

❻ $V = \upsilon \times \lambda = 50 \times 0.05 = 2.5m/s$

*****************************************************************************

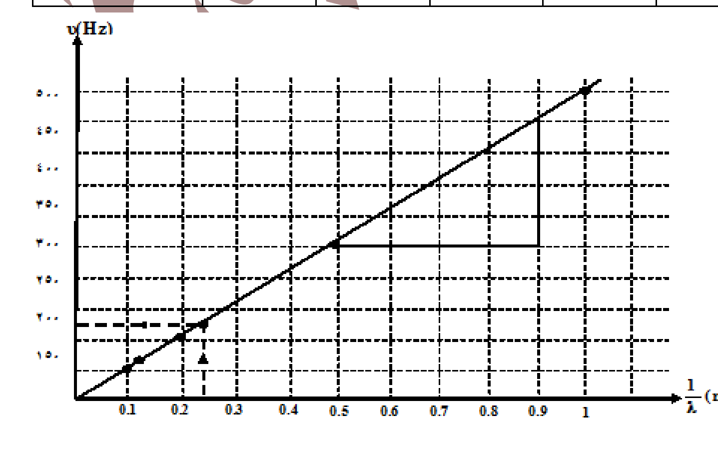
(٩) ( مصر ٢٠٠٤ ) الجدول التالي يوضح العلاقة بين الطول الموجي والتردد لموجة تتحرك في وسط ما:

| λ(m) | 1 | 2 | 4 | 5 | 8 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| υ(Hz) | 500 | 250 | X | 100 | 62.5 | 50 |

(أ) ارسم العلاقة البيانية لكل من (υ) على المحور الرأسي ، $\frac{1}{\lambda}$ على المحور الأفقي . (ب) من الرسم أوجد : ❶ قيمة X ❷ سرعة انتشار الموجة خلال الوسط




| $\frac{1}{\lambda}(m^{-1})$ | 1 | 0.5 | 0.25 | 0.2 | 0.125 | 0.1 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| υ(Hz) | 500 | 250 | X | 100 | 62.5 | 50 |




❶ X= 125Hz

$$slope = \frac{\Delta \upsilon}{\Delta(\frac{1}{\lambda})} =$$

❷ V = Slope = $V = \frac{100 - 250}{0.2 - 0.5} =$

$\therefore V = 500m/s$

# أسئلة وتدريبات على الفصل الأول

**الأسئلة التى بـها العلامة :**

( ✍ ) **وردت فى امتحانات الثانوية العامة السابقة وامتحانات الأزهر** .

( 📖 ) **وردت فى أسئلة الكتاب المدرسى** .

( 🗐 ) **وردت فى دليل تقويم الطالب** .

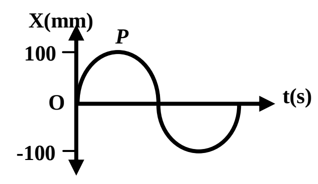
********************************************************************************

## س ١ : اكتب المصطلح العلمى الدال على العبارات التالية :

١) ✍ عدد الاهتزازات الكاملة التى يحدثها الجسم المهتز فى الثانية الواحدة .
عدد الأمواج التى تمر بنقطة ما فى مسار الحركة الموجية فى زمن قدره واحد ثانية
٢) ✍ المسافة بين أى نقطتين متتاليتين تتحركان بكيفية واحدة .
✍ المسافة بين نقطتين متتاليتين لهما نفس الطور لموجة .
٣) ✍ المسافة بين نقطتين متتاليتين فى مسار حركة جسم مهتز سرعته عند إحداهما منعدمة وعند الأخرى أقصاها .
٤) اضطراب ينتقل فى الوسط المحيط بمصدر الاضطراب .
٥) بعد الجسم المهتز فى أى لحظة عن موضع سكونه أو اتزانه الأصلى .
٦) الزمن الذى يستغرقه الجسم المهتز فى عمل أهتزازة كاملة .
٧) الحركة التى يعملها الجسم المهتز فى الفترة الزمنية التى تمضى بين مروره بنقطة واحدة فى مسار حركته مرتين متتاليتين فى اتجاه واحد
٨) الأمواج التى تهتز فيها جزئيات الوسط فى نفس اتجاه انتشار الموجة .
٩) المسافة بين مركزى أي تضاغطين متتاليين أو مركزى أي تخلخلين متتاليين .
١٠) الأمواج التى تهتز فيها جزئيات الوسط فى اتجاه عمودى على اتجاه انتشار الموجة .
١١) المسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليين .
١٢) حاصل ضرب طول الموجة × ترددها .
١٣) موجة تنتشر على شكل نبضة واحدة فقط .
١٤) موضع فى الموجة الطولية تتقارب فيه جزئيات الوسط الى أقصى حد ممكن .
١٥) موضع فى الموجة الطولية تتباعد فيه جزئيات الوسط الى أقصى حد ممكن .
١٦) النهاية العظمى للإزاحة فى الاتجاه الموجب .
١٧) النهاية العظمى للإزاحة فى الاتجاه السالب .
١٨) موجات تنشأ عن مصدر مهتز ينقل نوع من الاضطراب خلال الوسط المادى .
١٩) موجات تنشأ عن مجالات كهربية ومجالات مغناطيسية مهتزة بتردد $\upsilon$ ومتفقة فى الطور ومتعامدة على بعضها وعلى اتجاه الانتشار فى الاوساط المادية والفراغ .
٢٠) حركة يصنعها الجسم المهتز على جانبى موضع سكونه او اتزانه الأصلى تتكرر على فترات زمنية متساوية .
٢١) موضع واتجاه حركة جزئ من جزئيات الوسط عند لحظة معينة .

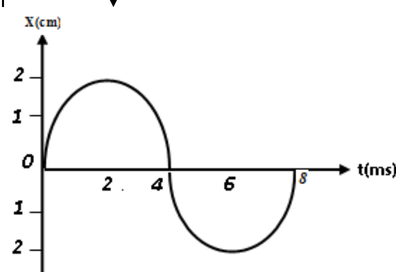
## س ٢ : اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

١) تعرف عدد الاهتزازات التي يعملها الجسم المهتز في الثانية الواحدة باسم.........
( الطول الموجي - سعة الاهتزازة - التردد - الاهتزازة الواحدة )
٢) ينتقل الصوت في الماء علي هيئة........... ( أمواج طولية - أمواج مستعرضة - أمواج طولية و مستعرضة )
٣) عندما يقل تردد حركة موجية في وسط........
( يزداد طولها الموجي - يقل طولها الموجي - تقل سرعتها - تزداد سرعتها - يقل طولها الموجي وتزداد سرعتها )
٤) أي الأمواج التالية أمواجاً طولية........
( الأشعة تحت الحمراء - أمواج الصوت في الهواء - أمواج الراديو في الفضاء - أمواج الضوء )
٥) تسمى نصف المسافة الراسية بين القمة والقاع لموجة مستعرضة بـ.. ( التردد / الطول الموجى / سعة الموجة / الإزاحة )
٦) حاصل ضرب التردد × الزمن الدورى يساوى ........ ( 3 — 2 — 1 — عدد غير ثابت )




٧) المنحنى OPQRS يمثل موجة ترددها 50 هرتز، تكون الفترة الزمنية بين النقطتين P , O على الشكل هي.

( $\frac{2}{25}$ ث - $\frac{1}{25}$ ث - $\frac{1}{50}$ ث - $\frac{1}{100}$ ث - $\frac{1}{200}$ ث )




٨) يوضح الشكل المقابل جانباً من حركة موجية بنفس مقياس الرسم تكون سعة هذه الموجة هي......... ( 2 cm - 3 cm - 4 cm - 6 cm - أكبر من 6 cm )

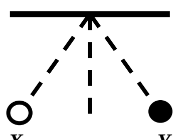
٩) في الشكل المقابل يكون تردد الموجة هو...........

( 50 Hz - 500Hz - 250 Hz - 125 Hz -100 Hz )

١٠) يمثل الشكل أمواجاً طولية منتشرة في ملف زنبركي من الطرف X إلى الطرف Y طول هذه الموجة هو المسافة

X P Q Y

( P Q - 2 P Q - X Y - 2 x Y)




١١) ثقل بندول جذب جانباً ثم ترك ليتحرك بحرية فإذا أخذ الثقل زمن قدره 5 ثواني ليتحرك بين النقطتين X , Y فإن تردد الحركة الاهتزازية للبندول هو........... ( *0.1 Hz - 0.2 Hz - 5 Hz - 10 Hz - 50 Hz* )

١٢) يصدر الدولفين أصواتاً ترددها 150 ألف هرتز، إذا كانت سرعة الصوت في الماء 1500 م/ث يكون طول موجة هذا الصوت ........ ( 0.001 m - 0.01 m - 0.1 m - 1 m - 10 m )

١٣) أي نوع من الأمواج التالية يمكن أن تنتقل في الفراغ............
( أمواج الضوء - أمواج الصوت - أمواج الماء – الموجات الناتجة في وتر مشدود )

١٤) تنتقل موجة خلال زمن دوري T ثانية مسافة تعادل ..........
( نصف الطول الموجي / ضعف الطول الموجي / الطول الموجي)

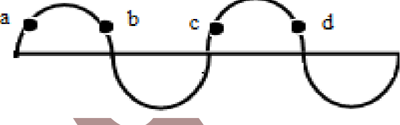
١٥) إذا كانت المسافة بين نقطة وثاني نقطة متفقة معها في الطور هي 20cm يكون طول الموجة .........
( 40cm – 30 cm – 20cm – 10cm )

١٦) الزمن الذي يستغرقه جسم مهتز ليصل إلى أقصى إزاحة يساوي.........
( الزمن الدوري / نصف الزمن لدوري / ربع الزمن الدوري)

١٧) في الموجة الطولية يكون اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط بالنسبة لاتجاه انتشار الموجة في........
( نفس الاتجاه / اتجاه عمودي / اتجاه مائل )

١٨) اذا كان الزمن الذى يمضى بين مرور القمة الاولى والقمة العاشرة بنقطة فى مسار الحركة الموجية هو 0.2s فإن تردد المصدر يكون .......... Hz ( 40 / 45 / 50 / 55 )

١٩) العلاقة بين التردد والطول الموجي وسرعة إنتشار الأمواج هى ........ ( $V = \lambda\upsilon$ / $V = \frac{\lambda}{\upsilon}$ / $V = \frac{\upsilon}{\lambda}$ / $V = \frac{1}{\lambda\upsilon}$ )




٢٠) فى الموجة التى امامك النقاط التى لها نفس الطور هى ......
( b,d / b,c / a,b / a,b,c )

٢١) الموجات التالية موجات ميكانيكية ماعدا .............
( موجات الصوت فى الماء — الموجات الناشئة عن اهتزاز زنبرك — أمواج التلفزيون — موجات الماء عند سطحه )

٢٢) عندما يزداد تردد جسم مهتز الى الضعف فى نفس الوسط فان الزمن الدورى ......
( يزداد للضعف — يقل للنصف — يظل ثابتاً — لا توجد إجابة صحيحة )

٢٣) تختلف الموجات الكهرومغناطيسية عن الموجات الميكانيكية فى أنها تنتشر فى ...... ( الهواء / الزجاج / الفراغ / الماء )

٢٤) النسبة بين زمن سعة الاهتزازة الى زمن الاهتزازة الكاملة كنسبة ...... ( 1 : 4 — 4 : 1 — 1 : 2 — 2 : 1 )

٢٥) الطول الموجى هو المسافة بين نقطتين متتاليتين لهما نفس ........ ( الاتجاه — السرعة — الطور — السعة )

٢٦) عندما تكون سعة اهتزازة الجسم 10 cm فان إزاحته عند لحظة ما قد يساوى.. ( 15 cm / 5 cm / 20 cm / 12 cm )

٢٧) 📖 إذا كان طول الموجة الصوتية التى يصدرها مصدر صوتي مهتز هو 0.5m وتردد النغمة 666 Hz تكون سرعة انتشار الصوت فى الهواء ........... ( 346 m/s — 330 m/s — 333 m/s — 338 m/s )

٢٨) موجات الصوت هى موجات ............. ( كهرومغناطيسية – طولية – مستعرضة – دائرية )

٢٩) إذا كان الزمن الذى يستغرقه الجسم المهتز فى عمل اهتزازة كاملة هو 0.1 s فان عدد الاهتزازات الكاملة التى يحدثها الجسم المهتز فى 100 s هو ......... اهتزازة . ( 10000 – 1000 – 100 – 10 )

٣٠) إذا كانت سرعة الصوت فى الهواء هى 340 m/s تنتشر فيه نغمة ترددها 225 Hz يكون طولها الموجى مقداراً بالمتر هو ........ ( $\frac{3}{2}$ – 20 – $\frac{3}{4}$ – $\frac{4}{3}$ )

٣١) وقفت فتاة على شاطئ البحر لمشاهدة الأمواج فلاحظت أنه كل ثانيتين يمر أمامها أربع موجات وكل موجة طولها 0.5 m فتكون سرعة الموجات هى ....... ( 1 m/s – 0.2 m/s – 0.5 m/s – 0.25 m/s )

٣٢) جسم طافي على سطح مياه بحيرة . إذا كانت موجات البحيرة تسبب تذبذب هذا الجسم لأعلى ولأسفل 90 مرة فى الدقيقة فإن تردد هذه الموجات يساوى ......... ( 0.6 Hz – 1.5 Hz – 60 Hz – 90 Hz )

٣٣) موجتان صوتيتان ترددهما 256Hz ، 512 تنتشران في الهواء تكون النسبة بين سرعتيهما...... (1 : 1 / 1 : 2/ 2 : 1)
بينما النسبة بين طولي موجتيهما هو........... (1 : 3 / 3 : 1 / 1 : 2 / 2 : 1)

٣٤) تقوم الموجات بنقل ....... ( المادة – الجسيمات – الطاقة – الماء )

٣٥) إذا انتقلت موجة ترددها $\upsilon_1$ وطولها الموجى $\lambda_1$ وسرعتها $v_1$ من وسط الى وسط اخر سرعتها فيه $\frac{2}{3}v_1$ فإن .........

– التردد $\upsilon_1$ يظل ثابتاً وكذلك الطول الموجى $\lambda_1$
– التردد $\upsilon_1$ يظل ثابتاً ويصبح الطول الموجى $\frac{2}{3}\lambda_1$
– الطول الموجى $\lambda_1$ يظل ثابتاً ويصبح التردد $\frac{3}{2}\upsilon_1$
– الطول الموجى $\lambda_1$ يظل ثابتا ويصبح التردد $\frac{2}{3}\upsilon_1$

## س ٣ : ما معنى قولنا أن :

١- أقصى إزاحة لجسم مهتز بعيداً عن موضع سكونه 5 cm .
٢- المسافة بين القاع الأول والقمة الثالثة فى موجة مستعرضة = 0.25 m .
٣- المسافة بين قمة وقاع متتاليين فى موجة = 15 cm .
٤- الطول الموجى لموجة طولية = 30 cm .
٥- سرعة انتشار موجة = 15 m/s .
٦- الطول الموجى لأمواج البحر = 24 cm .
٧- الطول الموجى لموجة مستعرضة = 20 cm .
٨- موجة صوتية طولها الموجى = 30 cm .
٩- الزمن الدورى لجسم مهتز = 0.02 s .
١٠- جسم مهتز يصنع 1200 ذبذبة كاملة فى دقيقة واحدة .
١١- سعة حركة اهتزازية = 6 cm .
١٢- تردد شوكة رنانة = 50 Hz .
١٣- المسافة بين مركزى تضاغط وتخلخل متتاليين = 5 m .
١٤- عدد الاهتزازات جسم فى الثانية 256 ذبذبة .

## س ٤ : علل لما يأتى

١- كما زاد تردد موجة فى وسط ما قل طولها الموجى .
٢- ينتشر الصوت فى المواد الصلبة بسرعة اكبر من الغازات .
٣- نرى الضوء الناتج من الإنفجارات الكونية ولا نسمع الصوت الناتج عنها .
٤- تنتقل الموجات الكهرومغناطيسية خلال الفراغ .
٥- ينتشر الصوت فى الغازات على شكل موجات طولية فقط .
٦- موجات الماء موجات مستعرضة .
٧- فى الفضاء الخارجى يستخدم رواد الفضاء أجهزة اتصالات لاسلكية عن اتصال بعضهم ببعض .
٨- لكى ينتشر الصوت يحتاج الى وسط مادي بينما لا يحتاج الضوء وسطاً مادياً .

## س ٥ : ما المقصود بكل من :

١ــ الاهتزازة الكاملة . ٢ــ الموجة الكهرومغناطيسية . ٣ــ القمة .
٤ــ الموجة الطولية . ٥ ــ الموجة المستعرضة . ٦ ــ القاع .
٧ــ الطول الموجى . ٨ــ الموجة . ٩ــ التضاغط .
١٠ ــ التردد ١١ ــ سعة الاهتزازة . ١٢ ــ التخلخل .
١٣ ــ الزمن الدورى . ١٤ ــ الموجة الميكانيكية . ١٥ ــ الإزاحة .
١٦ ــ الحركة الاهتزازية . ١٧ ــ الطور . ١٨ ــ الطول الموجى لموجة طولية .
١٩ ــ الطول الموجى لموجة مستعرضة .

## س ٦ : قارن بين كل من :

١ــ الموجات الميكانيكية والموجات الكهرومغناطيسية ( من حيث : وسط الانتشار ــ الأنواع ــ أمثلة لكل منهما )
٢ــ الموجات المستعرضة والموجات الطولية
( من حيث : شكل الموجة ــ اتجاه اهتزاز جزئيات الوسط ــ التكوين ــ الطول الموجى ــ أمثلة لكل منهما ) .

## س ٧ : ماذا يحدث لكل من

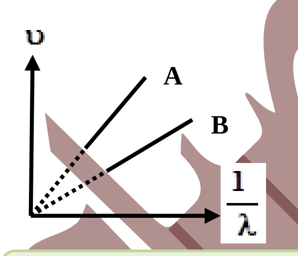
١ــ سرعة انتشار الموجة في نفس الوسط عندما يقل الطول الموجى للنصف .
٢ــ الزمن الدورى لجسم مهتز عندما يزداد تردده الضعف .
٣ــ الطول الموجى لموجة عندما يتضاعف ترددها للضعف في نفس الوسط .
٤ــ الطول الموجى لموجة عندما يزداد سرعة الموجة فى وسط ما عن سرعتها فى وسط اخر .

## س ٨ : أسئلة عامة

١- وتر مشدود من أحد طرفيه بشوكة رنانة مهتزة مثل بالرسم:

❶ انتشار نبضة ( قمة ) ❷ انتشار نبضة (قاع) ❸ انتشار موجة مستعرضة

٢- ارسم التمثيل البياني الذي يوضح العلاقة بين الطول الموجي والتردد لأمواج تنتشر في نفس الوسط ، ثم أكتب العلاقة الرياضية؟
٣- وضح كيف يمكن تمثيل الموجة المستعرضة بمنحنى جيبي مبينا كيف يمكن إيجاد سرعة أي جزء من هذا المنحنى؟
٤- ارسم شكل لموجة طولية وأخرى مستعرضة لهما نفس التردد والطول الموجي ؟
٥- اذكر شروط حدوث الموجات الميكانيكية
٦- اذكر الكمية الفيزيائية التى تقاس بوحدة ( دورة / ثانية ) مع كتابة الوحدة المكافئة لها .
٧- استنتج العلاقة بين سرعة انتشار الموجة والطول الموجى والتردد .
٨- الشكل البيانى المقابل
يوضح تغير التردد مع مقلوب الطول الموجي لموجة تنتشر في وسطين مختلفين
في أي من الوسطين تكون الموجة اسرع ؟ ولماذا




## س٩ :: مسائل الكتاب المدرسى :

١- ألقي حجر في بحيرة فتكونت 50 موجة بعد 5 s من اصطدام الحجر بالماء وكان نصف قطر الدائرة الخارجية 2 m
أوجد : ❶ طول الموجة الحادثة **[0.04m ]** ❷ التردد **[10Hz ]**
❸ سرعة انتشار الموجة **[0.4m/s ]** ❹ الزمن الدوري **[0.1s ]**

**********************************************************************

٢- محطة إرسال لاسلكي ترسل موجات نحو قمر صناعي بسرعة $3\times10^8$m/s وبعد مضي 0.03 sec استقبلت الموجات في نفس المحطة بالرادار احسب المسافة بين الأرض والقمر الصناعي **[$4.5\times10^6$ m/s ]**

**********************************************************************

٣ - إذا مرت 15 موجة في الدقيقة برجل يقف عند نهاية صخرة في البحر وقد لاحظ أن كل 10 موجات تشغل مسافة 9 m
أوجد : ❶ الزمن الدوري **[4 sec]** ❷ التردد **[0.25 HZ ]** ❸ الطول الموجي **[0.9 m]**
❹ سرعة انتشار الموجة **[0.225 m/s]**

٤ - قطار يقف في محطة يصدر صفيرا تردده 300 HZ فإذا كان رجل يقف على بعد 0.99 km من القطار وسمع الصوت بعد 3 s من صدوره احسب الطول الموجي للصوت بالأمتار **[1.1 m]**

*************************************************************

٥- موجة صوتية ترددها 1.1KHz إذا علمت أن سرعة الصوت في الهواء 330m/s احسب الطول الموجي لهذه الموجة في الهواء . **[0.3m ]**

*************************************************************

٦- جسم مهتز يحدث 960 اهتزازة في الثانية ، ما عدد الاهتزازات التي يحدثها هذا الجسم حتى يصل الصوت لشخص على بعد 100 m من الجسم المهتز علما بأن سرعة الصوت في الهواء 320 m/s **[300 اهتزازة ]**

*************************************************************

٧- خيط رفيع تنتقل خلاله موجات مستعرضة بسرعة 600 m/s فإذا كانت المسافة بين قمتين متتاليتين تساوي 3 m احسب تردد الموجة الحادثة في الخيط **[200 HZ]**

*************************************************************

٨- بندول بسيط يحدث 1200 ذبذبة كاملة في الدقيقة بحيث تقطع كل ذبذبة كاملة مسافة قدرها 20 cm احسب :

❶ سعة الذبذبة **[5 cm]** ❷ التردد **[20 HZ]** ❸ الزمن الدوري **[ 0.05 s]**

*************************************************************

٩- مولد موجي يحدث 16 نبضة في 4 sec احسب: ❶ التردد **[4 HZ]** ❷ الزمن الدوري **[0.25 sec]**

*************************************************************

١٠- مصدر مهتز تردده 100 HZ احسب الزمن الذي يمضي منذ مرور القمة الأولى وحتى القمة العشرون في مسار حركة الموجة. **[0.19 sec ]**

*************************************************************

١١- إذا كان متوسط الطول الموجي للضوء المنظور حوالي 5000A وسرعة الضوء في الهواء تساوي $3\times10^{8}$m/s احسب متوسط التردد للضوء المنظور **[$6\times10^{14}$Hz ]**

*************************************************************

## س٩ :: مسائل متميزة:

١٢- الجدول التالي يوضح العلاقة بين الإزاحة X والزمن t لموجة تنتشر في وسط ما

| X(m) | 0 | 3 | 4 | 0 | -4 | b | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $t\times10^{-2}$(s) | 0 | a | 10 | 20 | 30 | 35 | 40 |

(أ) ارسم العلاقة البيانية بين الإزاحة على المحور الرأسي والزمن على المحور الأفقي

(ب) من الرسم أوجد :

❶ قيمة a, b **[0.05s , -3m ]** ❷ سعة الموجة **[4m ]**

❸ الزمن الدوري **[0.4s ]** ❹ التردد **[2.5Hz ]**

*************************************************************

١٣- يصدر زلزال نوعين من الأمواج سرعة الموجة الأولى 6000 m/s وسرعة الموجة الثانية 5000 m/s ما هو بعد مركز الزلزال عن محطة رصد سجلت الموجتين وبينهما فترة زمنية دقيقة واحدة ؟ **[$18\times10^{5}$m ]**

*************************************************************

١٤- حوض به ماء ويوجد عند قاع الحوض مصدر مهتز تردده 500Hz فإذا كان عدد الموجات التي تصل إلى السطح 10 موجات وسرعة الصوت في الماء 1400 m/s احسب عمق الحوض . **[28 m]**

## س٩ :: مسائل للتدريب:

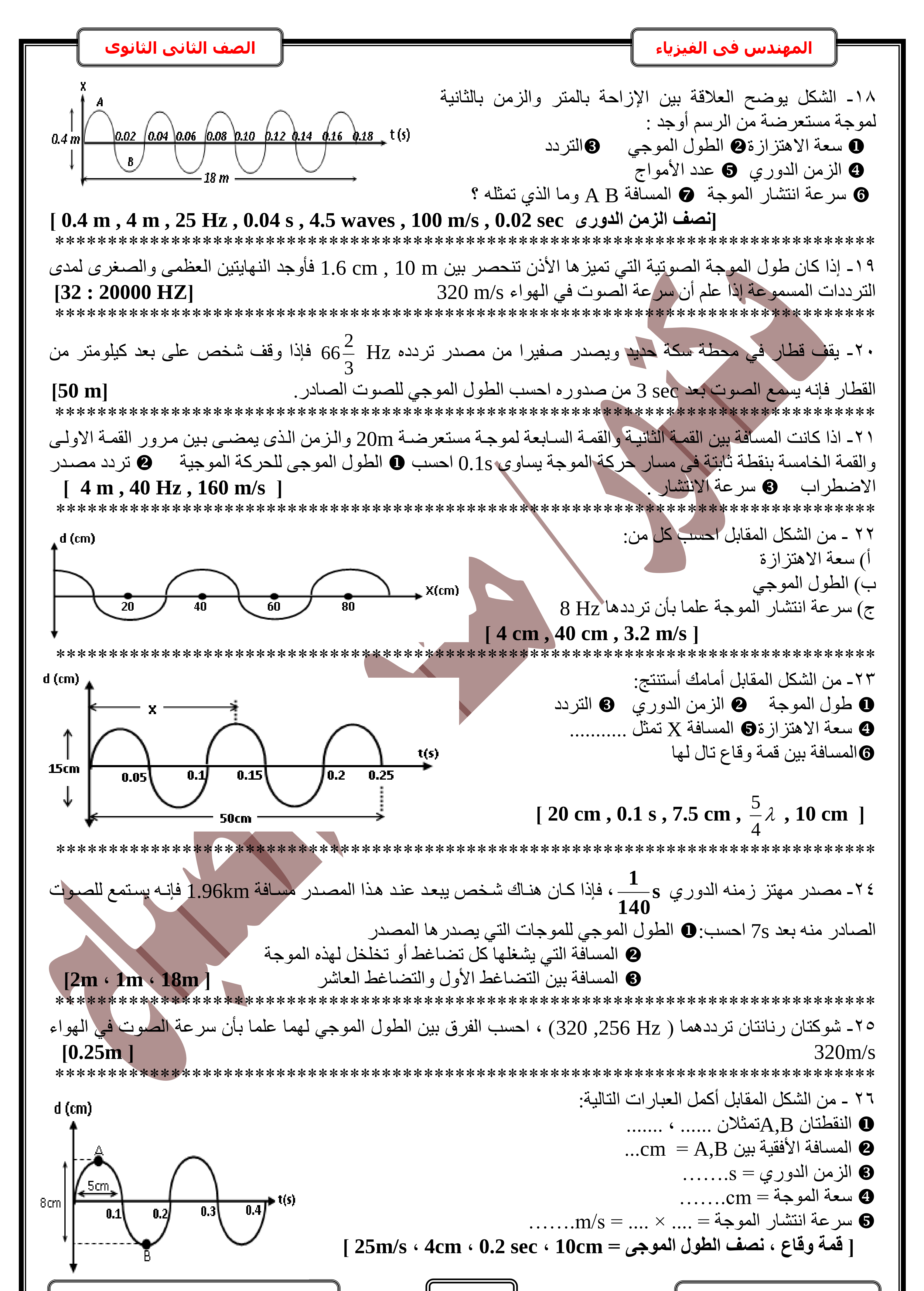
١٥ - إذا كانت سرعة الضوء في الفراغ $3\times10^{5}$km/s وكان الطول الموجي للون الأحمر 7500A° وللبنفسجي 4000A° احسب تردد كل من الضوء الأحمر والبنفسجي . **[$4\times10^{14}$Hz ، $7.5\times10^{14}$Hz ]**

*************************************************************

١٦- طرقت شوكة رنانة ترددها 412 Hz أمام فوهة أنبوبة معدنية في الهواء طولها 14m فإذا علمت أن التضاغط الأول الحادث نتيجة اهتزاز الشوكة وصل إلى نهاية الأنبوبة عندما كان التضاغط الحادي والعشرون عند بدايتها احسب سرعة الصوت في الهواء **[288.4m/s ]**

*************************************************************

١٧- تنتشر حركة موجية خلال وسطين مختلفين وكان طول الموجة في الوسط الأول 7 m وفي الوسط الثاني 4 m أوجد النسبة بين سرعتي انتشارهما في الوسطين. **[7:4]**



١٨- الشكل يوضح العلاقة بين الإزاحة بالمتر والزمن بالثانية لموجة مستعرضة من الرسم أوجد :

❶ سعة الاهتزازة ❷ الطول الموجي ❸ التردد

❹ الزمن الدوري ❺ عدد الأمواج

❻ سرعة انتشار الموجة ❼ المسافة A B وما الذي تمثله ؟

**[ 0.4 m , 4 m , 25 Hz , 0.04 s , 4.5 waves , 100 m/s , 0.02 sec نصف الزمن الدوري]**

************************************************************************

١٩- إذا كان طول الموجة الصوتية التي تميزها الأذن تنحصر بين 10 m , 1.6 cm فأوجد النهايتين العظمى والصغرى لمدى الترددات المسموعة إذا علم أن سرعة الصوت في الهواء 320 m/s **[32 : 20000 HZ]**

************************************************************************

٢٠- يقف قطار في محطة سكة حديد ويصدر صفيرا من مصدر تردده $66\frac{2}{3}$ Hz فإذا وقف شخص على بعد كيلومتر من القطار فإنه يسمع الصوت بعد 3 sec من صدوره احسب الطول الموجي للصوت الصادر. **[50 m]**

************************************************************************

٢١- اذا كانت المسافة بين القمة الثانية والقمة السابعة لموجة مستعرضة 20m والزمن الذى يمضى بين مرور القمة الاولى والقمة الخامسة بنقطة ثابتة فى مسار حركة الموجة يساوى 0.1s احسب ❶ الطول الموجى للحركة الموجية ❷ تردد مصدر الاضطراب ❸ سرعة الانتشار .

**[ 4 m , 40 Hz , 160 m/s ]**

************************************************************************

٢٢ - من الشكل المقابل احسب كل من:

أ) سعة الاهتزازة

ب) الطول الموجي

ج) سرعة انتشار الموجة علما بأن ترددها 8 Hz

**[ 4 cm , 40 cm , 3.2 m/s ]**

************************************************************************

٢٣- من الشكل المقابل أمامك أستنتج:

❶ طول الموجة ❷ الزمن الدوري ❸ التردد

❹ سعة الاهتزازة ❺ المسافة X تمثل ..........

❻ المسافة بين قمة وقاع تال لها

**[ 20 cm , 0.1 s , 7.5 cm , $\frac{5}{4}\lambda$ , 10 cm ]**

************************************************************************

٢٤- مصدر مهتز زمنه الدوري $\frac{1}{140}$ s ، فإذا كان هناك شخص يبعد عند هذا المصدر مسافة 1.96km فإنه يستمع للصوت الصادر منه بعد 7s احسب: ❶ الطول الموجي للموجات التي يصدرها المصدر

❷ المسافة التي يشغلها كل تضاغط أو تخلخل لهذه الموجة

❸ المسافة بين التضاغط الأول والتضاغط العاشر **[2m ، 1m ، 18m ]**

************************************************************************

٢٥- شوكتان رنانتان ترددهما ( 320 ,256 Hz ) ، احسب الفرق بين الطول الموجي لهما علما بأن سرعة الصوت في الهواء 320m/s **[0.25m ]**

************************************************************************

٢٦ - من الشكل المقابل أكمل العبارات التالية:

❶ النقطتان A,B تمثلان ...... ، ......

❷ المسافة الأفقية بين A,B = ...cm

❸ الزمن الدوري = .......s

❹ سعة الموجة = .......cm

❺ سرعة انتشار الموجة = .... × .... = .......m/s

**[ قمة وقاع ، نصف الطول الموجى = 10cm ، 0.2 sec ، 4cm ، 25m/s ]**

٢٧- موجة مستعرضة تنتشر في حبل مثبت من أحد طرفيه بسرعة 12m/s وكان ترددها 4Hz ، احسب المسافة بين كل قمة والقاع التالي لها وما المسافة بين القمة الأولى والقمة الثامنة. **[1.5m ، 21m ]**

*******************************************************************************

٢٨ - إذا علمت أن عدد الموجات التي تمر بنقطة معينة في مسار حركة موجية هي 32 موجة خلال 40s وكانت المسافة بين بداية الموجة الأولى ونهاية الموجة السابعة 63m احسب الطول الموجي والزمن الدوري والتردد **[ 9 m , 1.25s , 0.8Hz ]**

*******************************************************************************

٢٩- ( ث . ع ١٩٩٦) الشكل الموضح بالرسم يبين علاقة الإزاحة (cm) والزمن (s) من الشكل أوجد:

❶ الطول الموجي
❷ التردد
❸ سعة الاهتزازة
❹ سرعة الموجة

[ 25 cm , 25 Hz , 3 cm , 62.5 m/s ]

*******************************************************************************

٣٠- وتر يهتز بحيث تستغرق أقصى إزاحة له فترة زمنية تساوي 0.01 s احسب تردده. **[ 25 Hz]**

*******************************************************************************

٣١- الشكل المقابل يمثل بندول بسيط يهتز فإذا أحدث هذا البندول 120 اهتزازة خلال 6s فاحسب كلا من :

8 cm

❶ تردد البندول
❷ الزمن الدوري
❸ سعة الاهتزازة **[20Hz , 0.05s , 4cm ]**

*******************************************************************************

## س١٠ :: مسائل امتحانات الازهر:

٣٢- ( الأزهر ٢٠١٠) ملف زنبركي طوله 6 cm علق به ثقل وشد بقوة ما فأصبح طوله 9 cm ثم ترك ليهتز فأحدث 100 اهتزازة كاملة في ثلث دقيقة ، احسب طول الموجة الحادثة وسرعة انتشارها. **[12 cm , 0.6 m/s]**

*******************************************************************************

٣٣- ( الأزهر ٢٠٠٨) سفينة تبعد عن الشاطئ مسافة 3.6 km تصدر صافرة ترددها 300 HZ يسمعها شخص على الشاطئ بعد مضي 12 sec من انطلاقها ، احسب الطول الموجي للصوت الصادر من الصافرة. **[1 m]**

*******************************************************************************

٣٤- ( الأزهر ٢٠٠٧) إذا كانت سرعة إنتشار موجات الماء التي تمر بنقطة معينة 1.5 m/s احسب عدد الأمواج التي تمر خلال مسافة قدرها 60 m إذا علمت أن عدد الأمواج التي تمر بنقطة في مسار الحركة الموجية 30 موجة كاملة في الثانية الواحدة. **[1200 موجة]**

*******************************************************************************

٣٥ - (الأزهر ٢٠٠٦) تنتشر حركة موجية ذات تردد ثابت بين وسطين مختلفين فإذا كان طولها الموجي في الوسط الأول 6 cm وفي الوسط الآخر 4 cm احسب النسبة بين سرعة انتشارها في كل من الوسطين. **[3:2]**

*******************************************************************************

٣٦- (الأزهر ٢٠٠٥) احسب سرعة إنتشار موجة مستعرضة ترددها 15HZ على امتداد حبل إذا كانت المسافة بين كل قمة وقاع متتاليين هي 1.5 m . **[45 m/s ]**

*******************************************************************************

٣٧- (الأزهر ٢٠٠٤) احسب عدد الموجات الكاملة التي تحدثها شوكة رنانة منذ بداية اهتزازها حتى يصل صوتها إلى شخص يبعد عنها مسافة 5m إذا كان تردد الشوكة الرنانة 512 HZ وسرعة الصوت في الهواء 320 m/s **[8 موجة]**

*******************************************************************************

# الـضـوء

## الطبيعة الموجية للضوء

### خصائص الموجات الكهرومغناطيسية

❶ تنتشر فى الأوساط المادية و الفراغ ( الفضاء )
❷ تنتشر فى الفراغ بسرعة ثابتة قدرها $3\times10^{8}$ m/s
❸ جميعها موجات مستعرضة لأنها تتكون من مجالات كهربية و مجالات مغناطيسية مهتزة بتردد معين ومتفقة في الطور ومتعامدة على بعضها وعلى اتجاه انتشار الموجة .
❹ تختلف عن بعضها في الخواص الفيزيائية نظراً لاختلاف تردداتها وأطوالها الموجية
❺ لها مدى واسع من الموجات، ويسمى هذا المدى الطيف الكهرومغناطيسى والموضح بالشكل التالى :

### الطيف الكهرومغناطيسى

هو توزيع الموجات الكهرومغناطيسية تصاعدياً حسب ترددها أو تنازلياً حسب طولها الموجي

**من الشكل يتضح أن** : الضوء المرئي جزء محدود من الطيف الكهرومغناطيسى



## أولاً : انـعـكـاس الـضـوء

### كيفية حدوثه

ينتشر الضوء في جميع الإتجاهات في خطوط مستقيمة وعند سقوطه من وسط ما على سطح عاكس فإنه يرتد فى نفس الوسط وتسمى هذه الظاهرة انعكاس الضوء .

| | |
|---|---|
| **تعريف انعكاس الضوء** | " ارتداد الأشعة الضوئية في نفس الوسط عندما تقابل سطحا عاكسا" |
| **قانونا الانعكاس فى الضوء**<br>**القانون الأول** : "زاوية السقوط = زاوية الإنعكاس"<br>**القانون الثـانـي**: الشعاع الضوئي الساقط والشعاع الضوئي المنعكس والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس تقع جميعها في مستوى واحد عمودي على السطح العاكس" | العمود المقام<br>شعاع ساقط<br>شعاع منعكس<br>زاوية السقوط<br>زاوية الانعكاس<br>نقطة السقوط<br>السطح العاكس |
| **تعريف زاوية السقوط (ϕ)** | " الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط والعمود المقام عند نقطة السقوط على السطح العاكس أو الفاصل" |
| **تعريف زاوية الانعكاس (θ)** | " الزاوية المحصورة بين الشعاع المنعكس والعمود المقام عند نقطة السقوط على السطح العاكس" |

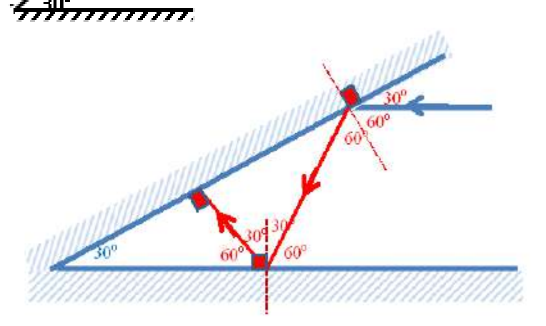
**علل**

◄ **يسهل رؤية صورتك المنعكسة على زجاج نافذة حجرة مضيئة ليلا عندما يكون خارج الحجرة ظلام شديد، في حين يصعب تحقيق ذلك نهارا.**

**ج**: لأنه عندما يكون خارج الغرفة إظلام تام تكون شدة الضوء النافذ من الخارج إلى داخل الغرفة منعدمة لذلك يرى الشخص صورته بفعل الجزء القليل المنعكس من الضوء داخل الغرفة على الزجاج ، أما في حالة ما يكون خارج الغرفة ضوء فإن شدة الضوء النافذ من الخارج إلى الداخل تكون أكبر من شدة الضوء المنعكس من داخل الغرفة لذلك يصعب رؤية الشخص لصورته بالإنعكاس.




**تتبع بالرسم مسار الشعاع الضوئي الساقط مع توضيح قيم زوايا السقوط والانعكاس على الرسم.**




### خطوات الحل

١- ننقل الرسمة مع تكبيرها فى الصفحة .
٢- نرسم جميع الزوايا بالمنقلة .
٣- عند كل نقطة سقوط نصنع عمود على السطح العاكس .
٤- حدد زاوية السقوط بين الشعاع والعمود المقام .
٥- نستمر فى ذلك حتى نصل الى شعاع يسقط عمودياً على السطح العاكس وبالتالي ينعكس على نفسه ويطلق عليها قاعدة قبول العكس .

✍ **ماذا يحدث إذا سقط شعاع ضوئي عمودياً على سطح عاكس؟**

**ج**: يرتد هذا الشعاع على نفسه لأن زاوية السقوط = زاوية الإنعكاس = صفر.

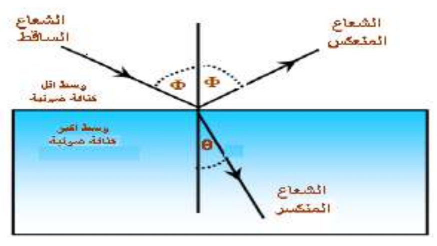
## ثانياً : انكسار الضوء



**كيفية حدوثه**

عند سقوط شعاع ضوئى على سطح فاصل بين وسطين شفافين مختلفين فى الكثافة الضوئية فإن :

❶ جزء ضئيل من الضوء يمتص فى الوسط الثانى .
❷ جزء من الشعاع الضوئى ينعكس الى الوسط الأول .
❸الجزء المتبقى من الشعاع الضوئى ينتقل الى الوسط الثانى منحرفاً عن مساره وتسمى هذه الظاهرة انكسار الضوء






| | |
|---|---|
| **الكثافة الضوئية لوسط** | هى قدرة الوسط على كسر الأشعة الضوئية عند نفاذها فيه . |
| **تعريف انكسار الضوء** | "هو تغير مسار الشعاع الضوئي عندما يجتاز السطح الفاصل بين وسطين شفافين مختلفين في الكثافة الضوئية". |
| **شروط إنكسار الضوء** | ❶ أن يكون الوسطين الشفافين مختلفين فى الكثافة الضوئية ( اختلاف سرعة الضوء فى الوسطين ) ❷ الا يسقط الشعاع عمودياً على السطح الفاصل ( زاوية السقوط ≠ صفر ) . |
| **تعريف زاوية الانكسار** | " الزاوية المحصورة بين الشعاع المنكسر والعمود المقام عند نقطة السقوط على السطح الفاصل بين وسطين" |

**علل** ◄ **ينكسر الضوء عند انتقاله بين وسطين مختلفين فى الكثافة الضوئية.**

**جـ :** بسبب انتقال احد طرفي صدر الموجة للوسط الجديد قبل الطرف الاخر فتختلف سرعة جانبي صدر الموجة اثناء اجتياز السطح الفاصل بين الوسطين .

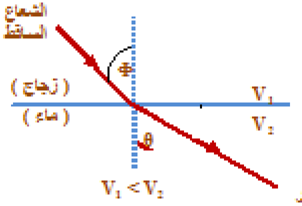
**صدر الموجة**
سطح عمودى على اتجاه انتشار الموجة وتكون جميع نقاطها لها نفس الطور .

**قانونا الانكسار**

**القانون الأول**

النسبة بين جيب زاوية السقوط في الوسط الأول ( $\sin\Phi$ ) إلى جيب زاوية الإنكسار في الوسط الثاني ( $\sin\theta$ ) تساوى النسبة بين سرعة الضوء في الوسط الأول ($v_1$) إلى سرعة الضوء في الوسط الثاني( $v_2$ ) وهى نسبة ثابتة لهذين الوسطين ويطلق عليها اسم معامل الإنكسار النسبي من الوسط الأول إلى الوسط الثاني ويرمز لها بالرمز ($_1n_2$) أي أن:

$$_1n_2 = \frac{\sin\phi}{\sin\theta} = \frac{V_1}{V_2}$$




**القانون الثانى**

" الشعاع الضوئي الساقط والشعاع الضوئي المنكسر والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل تقع جميعها في مستوى واحد عمودي على السطح الفاصل ".


mohamed_ahmed9981@yahoo
01094701202

| م | ما النتائج المترتبة على كل مما يأتى | الإجابة |
|---|---|---|
| ١ | سقوط شعاع ضوئى يميل على سطح فاصل بين وسطين مختلفين فى الكثافة الضوئية. | يتغير اتجاه مسار الشعاع الضوئى عند السطح الفاصل ( ينكسر ) . |
| ٢ | سقوط شعاع ضوئى عمودى على السطح الفاصل بين وسطين مختلفين فى الكثافة الضوئية . | ينفذ على استقامته دون أن يعانى أى انحراف . |
| ٣ | انتقال شعاع ضوئى يميل من وسط أكبر كثافة الى وسط أقل كثافة ضوئية . | ينفذ الشعاع وينكسر مبتعداً عن العمود . |
| ٤ | انتقال شعاع ضوئى يميل من وسط أقل كثافة الى وسط أكبر كثافة ضوئية . | ينفذ الشعاع وينكسر مقترباً من العمود . |

| م | علل لما يأتى 📖 | الإجابة |
|---|---|---|
| ١ | ترى قطعة نقود الموجودة بقاع حمام سباحة فى غير موضعها | بسبب ظاهرة انكسار الضوء حيث ينعكس الضوء الخارج من قطعة النقود فى الماء (الاكبر كثافة ضوئية ) الى الهواء (الاقل كثافة ضوئية ) فينكسر مبتعداً عن العمود فترى العين على امتداد الشعاع الواصل لها فترى قطعة النقود فى غير موضعها |
| ٢ | ترى الشمس فى غير موضعها | بسبب ظاهرة انكسار الضوء حيث ينكسر الضوء الخارج من الشمس فى الفراغ (الاقل كثافة ضوئية) الى الهواء (الاكبر كثافة ضوئية ) فينكسر مقترباً من العمود فترى العين على امتداد الشعاع الواصل لها فترى الشمس فى غير موضعها |

## معامل الإنكسار النسبي بين وسطين ($_1n_2$)

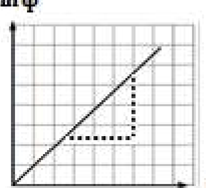
يمكن تعريفه بطريقتين:-

$$_1n_2 = \frac{\sin\phi}{\sin\theta} = \frac{V_1}{V_2}$$

◀ " هو النسبة بين جيب زاوية السقوط في الوسط الأول إلى جيب زاوية الإنكسار في الوسط الثاني" أو

◀ " هو النسبة بين سرعة الضوء في الوسط الأول إلى سرعته في الوسط الثاني"

### العلاقة البيانية بين sinθ , sinΦ




$$Slope = \frac{\sin\phi}{\sin\theta} = {_1n_2}$$

◀ 📖 **ما معنى قولنا أن: معامل الإنكسار النسبي بين الماء والزجاج = 0.86**

أي أن النسبة بين جيب زاوية السقوط في الماء إلى جيب زاوية الإنكسار في الزجاج = 0.86 بشرط الا يكون الشعاع الساقط عمودياً . أو: النسبة بين سرعة الضوء في الماء إلى سرعته في الزجاج = 0.86

| م | علل لما يأتى 📖 | الإجابة |
|---|---|---|
| ١ | معامل الإنكسار النسبي بين وسطين يمكن أن يكون أكبر أو أقل من الواحد الصحيح | لأن معامل الإنكسار النسبي يساوي $_1n_2 = \frac{V_1}{V_2}$ فعندما تكون سرعة الضوء في الوسط الأول $V_1$ أكبر من سرعة الضوء في الوسط الثاني $V_2$ يكون معامل الإنكسار النسبي أكبر من الواحد الصحيح والعكس . |
| ٢ | معامل الإنكسار النسبي بين وسطين ليس له وحدة تمييز. | لأنه نسبة بين كميتين فيزيائيتين متماثلتين. |

**ملاحظات**

❶ معامل الانكسار النسبى من الوسط الاول الى الوسط الثانى يساوى مقلوب معامل الانكسار النسبى من الوسط الثانى الى الوسط الاول $_1n_2 = \frac{1}{_2n_1} \Rightarrow \therefore {_1n_2} \times {_2n_1} = 1$

❷ يمكن استخدام قانون معامل الانكسار كما يلى : $_1n_2 = \frac{\sin\phi}{\sin\theta} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{\upsilon\lambda_1}{\upsilon\lambda_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$

**العوامل التى يتوقف عليها معامل الانكسار النسبى ببين وسطين**

❶ الطول الموجى للضوء الساقط.
❷ سرعة الضوء فى وسط السقوط ( نوع مادة وسط السقوط ) .
❸ سرعة الضوء فى وسط الانكسار ( نوع مادة وسط الانكسار ) .

**معلومة : معامل الانكسار النسبى**
للماء = 1.33
للهواء = 1
للزجاج = 1.5

## معامل الانكسار المطلق لوسط (n)

**يمكن تعريفه بطريقتين:-**

◄ " هو النسبة بين جيب زاوية السقوط في الفراغ أو الهواء (sinΦ) إلى جيب زاوية الإنكسار في الوسط(sinθ) " أو
◄ " هو النسبة بين سرعة الضوء في الهواء أو الفراغ وسرعة الضوء في الوسط"

$$n = \frac{\sin\phi}{\sin\theta} = \frac{C}{V}$$

حيث C هي سرعة الضوء في الهواء أو الفراغ وهي ثابتة تساوي $3\times10^8$ m/s ، V سرعة الضوء في الوسط.

◄ 📖 **ما معنى قولنا أن: معامل الإنكسار المطلق للزجاج = 1.5**

معنى ذلك أن النسبة بين سرعة الضوء في الهواء أو الفراغ وسرعة الضوء في الزجاج = 1.5 أو:
النسبة بين جيب زاوية السقوط في الفراغ أو الهواء إلى جيب زاوية الإنكسار في الزجاج = 1.5

| م | علل لما يأتى 📖 | الإجابة |
|---|---|---|
| ١ | **معامل الإنكسار المطلق لوسط أكبر من الواحد الصحيح .** | لان سرعة الضوء فى الفراغ أو الهواء c أكبر من سرعة الضوء فى أى وسط مادى V فتكون النسبة دائما أكبر من الواحد |
| ٢ | **معامل الإنكسار المطلق لوسط ليس له وحدة تمييز.** | لأنه نسبة بين كميتين فيزيائيتين متماثلتين. |
| ٣ | **معامل الانكسار المطلق للهواء = ١** | لان $n = \frac{C}{V}$ وحيث ان C = V فتكون النسبة بينهم = الواحد . |

**العلاقة البيانية بين sinθ , sinΦ**

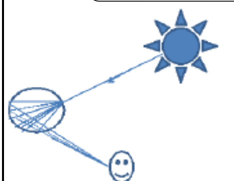


معامل الانكسار المطلق لوسط يتناسب عكسياً مع سرعة الضوء في هذا الوسط $n \propto \frac{1}{V}$ فيزداد معامل الإنكسار المطلق لوسط كلما قلت سرعة الضوء.

$$\text{Slope} = \frac{\sin\phi}{\sin\theta} = n$$

**العوامل التى يتوقف عليها معامل الانكسار المطلق بين وسطين**

❶ الطول الموجى للضوء الساقط .
❷ سرعة الضوء فى هذا الوسط ( نوع مادة الوسط ) .



**مثال:- بعد عاصفة تمشى رجل على ممشاه وكان متجهاً الى الشرق وقد شاهد قوس قزم متكون فوق منزل جاره فهل كان هذا الوقت صباحاً ام مساءاً .**

بما انه كان يمشى شرقاً ورأى قوس قزح أى ان الشمس كانت تغرب أى مساءاً .

**ملاحظات**

❶ معامل الانكسار المطلق للهواء او الفراغ = 1 .

❷نظراً لاختلاف معامل الانكسار المطلق تبعًا للطول الموجي للضوء الساقط فإن الضوء الأبيض يتشتت الى مكوناته ( سبعة ألوان تختلف فى أطوالها الموجية ) ويمكن ملاحظة ذلك فى فقاعات الصابون ، وبالتالى يمكن استخدام ظاهرة انكسار الضوء فى تحليل حزمة من الضوء الابيض الى مركباتها ذات الاطوال الموجية المختلفة .

## العلاقة بين معامل الانكسار النسبي لوسطين و معامل الانكسار المطلق لكل منهما

❶ نفرض أن لدينا وسطين : معامل الإنكسار المطلق للوسط الأول $n_1$ ومعامل الإنكسار المطلق للوسط الثاني $n_2$ وسرعة الضوء في الوسط الأول $V_1$ وسرعة الضوء في الوسط الثاني $V_2$

❷ يكون معامل الإنكسار المطلق للوسط الأول هو $n_1 = \frac{C}{V_1}$ ،ويكون معامل الإنكسار المطلق للوسط الثاني $n_2 = \frac{C}{V_2}$

$$\therefore \frac{n_2}{n_1} = \frac{C}{V_2} \times \frac{V_1}{C} \Rightarrow \therefore \frac{n_2}{n_1} = \frac{V_1}{V_2}$$ ------------(١) المعادلة

❸ من تعريف معامل الإنكسار النسبي بين وسطين: $\because {}_1n_2 = \frac{V_1}{V_2}$ -----------(٢) المعادلة

من المعادلتين ١ ، ٢ نجد أن : $_1n_2 = \frac{n_2}{n_1}$

### استنتاج قانون سنل

$$\because {}_1n_2 = \frac{n_2}{n_1} , \because {}_1n_2 = \frac{\sin\phi}{\sin\theta} ,$$

$$\therefore \frac{\sin\phi}{\sin\theta} = \frac{n_2}{n_1} , \therefore n_1 \sin\phi = n_2 \sin\theta$$

### نص قانون سنل

(١) " حاصل ضرب معامل الإنكسار المطلق لوسط السقوط في جيب زاوية السقوط يساوى حاصل ضرب معامل الإنكسار المطلق لوسط الإنكسار في جيب زاوية الإنكسار "

(٢) حاصل ضرب معامل انكسار الوسط الأول فى جيب زاوية السقوط يساوى حاصل ضرب معامل انكسار الوسط الثانى فى جيب زاوية الانكسار .

**أى أن** :

معامل الانكسار فى الوسط الأول × جيب زاوية السقوط = معامل الانكسار فى الوسط الثانى × جيب زاوية الانكسار

**أو**

معامل الانكسار المطلق لوسط السقوط × جيب زاوية السقوط =معامل الانكسار المطلق لوسط الانكسار × جيب زاوية الانكسار

### تعريف ثالث لمعامل الانكسار النسبي بين وسطين ($_1n_2$)

" هو النسبة بين معامل الإنكسار المطلق للوسط الثاني الى معامل الإنكسار المطلق للوسط الأول"

**ما معنى أن معامل الإنكسار النسبي بين الزجاج والماء** = 0.86

جـ: معنى ذلك أن النسبة بين معامل الإنكسار المطلق للما ء إلى معامل الإنكسار المطلق للزجاج يساوي 0.86

| م | علل لما يأتي | الإجابة |
|---|---|---|
| ١ | الشعاع الساقط عموديا على السطح الفاصل ينفذ دون أن يعاني أي إنكسار. | لأنه تبعا لقانون سنل $(n_1 \sin\phi = n_2 \sin\theta)$ ، عند سقوط شعاع عموديا على السطح الفاصل تكون $(\phi = 0)$ فإن $(n_2 \sin\theta = 0)$ وبالتالي زاوية الإنكسار $(\theta = 0)$. |
| ٢ | زاوية السقوط لا تساوى غالباً زاوية الانكسار | لأن الشعاع الضوئي سينكسر إما مقترباً أو مبتعداً عن العمود و لا ينفذ على استقامته . |

## تتبع مسار الشعاع الضوئى خلال متوازي المستطيلات

نفرض متوازي مستطيلات مصنوع من الزجاج وسقط شعاع ضوئي من الهواء عليه وفيما يلي توضيح لخطوات الرسم :-

❶ نقيم عند كل نقطة سقوط عمود على السطح الفاصل ونحدد زاوية السقوط $\Phi_1$ بين الشعاع الساقط والعمود

❷ الشعاع سقط من الهواء الى الزجاج لذا تقل السرعة وبالتالي وينكسر الشعاع مقتربًا من العمود ونحدد زاوية الانكسار $\theta_1$ بين الشعاع المنكسر والعمود .

❸ فيسقط على الوجه المقابل للمتوازي بزاوية سقوط $\Phi_2$ .

❹ وبما ان الوجهان متوازيان لذا فان $\Phi_2 = \theta_1$ بالتبادل .

❺ الشعاع سقط من الزجاج الى الهواء لذا تزداد السرعة وينكسر الشعاع مبتعدًا عن العمود ونحدد زاوية الانكسار $\theta_2$

❻ وبتطبيق قانون سنل نجد ان زاوية $\Phi_1 = \theta_2$ .

❼ نمد الشعاع الساقط على استقامته والشعاع الخارج على استقامته نجد انهم متوازيان أى ان الضوء حدث له فقط ازاحة ولم يحدث انحراف وتتوقف هذه الازاحة على ثلاثة عوامل هى زاوية السقوط و سمك المتوازي و نوع مادة الزجاج .

**أي أن**

وظيفة متوازي المستطيلات عمل إزاحة للشعاع الضوئى فقط .

## العوامل التى يتوقف عليها مقدار ازاحة الضوء فى متوازي المستطيلات

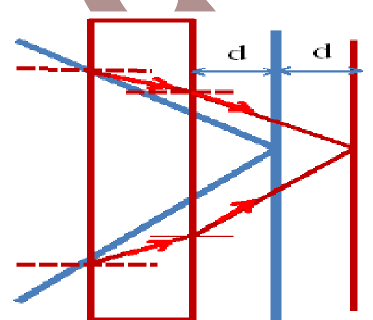
❶ زاوية السقوط. ❷ سمك المتوازي . ❸ نوع مادة الزجاج .

**علل** ◄ **عدم حدوث انحراف للشعاع الضوئى الخارج من متوازى المستطيلات**

وذلك نظرا لتوازى وجهى المتوازى الساقط والخارج منهما الضوء فأدى ذلك الى تساوى $\Phi_2 = \theta_1$ بالتبادل والذى أدى الى تساوى $\Phi_1 = \theta_2$ .

**ملحوظة**

يمكن الا يحدث إزاحة للشعاع الضوئى الخارج من متوازى المستطيلات ويحدث له انحراف ومن بين هذه الحالات ان يدخل الشعاع الضوئى من وسط الى المتوازى ويخرج الى وسط أخر أو ان يدخل الشعاع الضوئى ويخرج من جانبى الزاوية القائمة للمتوازى . ( أى يتحول الى منشور )




**س** ✍ **سقط شعاعان ضوئيان بحيث يلتقيان في نقطة على حائل رأسي ، وضع لوح زجاجي رأسي موازي للحائل يعترض مسار الشعاعين . هل يظل موضع نقطة تقابل الشعاعين على الحائل كما هو أم يتغير مع التعليل؟**

يعمل الحائل الزجاجي الرأسي عمل متوازي المستطيلات ، حيث يسبب إزاحة في مسار الشعاعين الساقطين عليه بعد نفاذهما منه فيزداد بذلك طول المسار وتزاح نقطة تقابل الشعاعين لتصبح خلف الحائل وعلى بعد منه مساويا لمقدار هذه الإزاحة.

# أمثلة محلولة

١ - سقط شعاع ضوئى من وسط لآخر وكانت زاوية السقوط $60^0$ وزاوية الانكسار $30^0$ أوجد معامل الإنكسار من الوسط الاول للوسط الثانى .

الحل

$${}_1n_2 = \frac{\sin\phi}{\sin\theta} = \frac{\sin 60}{\sin 30} = 1.0732$$

**************************************************************************

٢ - إذا كان معامل الإنكسار المطلق للماس = $\frac{5}{2}$ وللزجاج = $\frac{3}{2}$ أوجد:

❶ معامل الإنكسار النسبي من الزجاج للماس. ❷ معامل الإنكسار النسبي من الماس للزجاج.

الحل

❶ معامل الإنكسار النسبي من الزجاج للماس $\because {}_1n_2 = \frac{n_2}{n_1} = \frac{5}{2} \times \frac{2}{3} = \frac{5}{3}$

❷ معامل الإنكسار النسبي من الماس للزجاج $\because {}_2n_1 = \frac{n_1}{n_2} = \frac{3}{2} \times \frac{2}{5} = \frac{3}{5}$

**************************************************************************

٣ - سقط شعاع ضوئي بزاوية $30°$ على وسط شفاف سرعة الضوء فيه $2\times10^8 m/s$ فإذا علمت أن سرعة الضوء في الهواء تساوي $3\times10^8 m/s$ أحسب: ❶ معامل الإنكسار المطلق للوسط ❷ زاوية إنكسار الشعاع

الحل

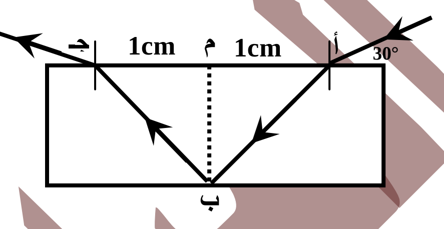
$$❶ \because n = \frac{C}{V} = \frac{3\times10^8}{2\times10^8} = 1.5,$$

$$❷ \because n = \frac{\sin\phi}{\sin\theta} \Rightarrow 1.5 = \frac{\sin 30}{\sin\theta} \Rightarrow \therefore \theta = 19° \quad 47\backslash$$

**************************************************************************

٤ - متوازي مستطيلات من الزجاج معامل انكسار مادته $\sqrt{3}$ وضع فوق مرآه مستوية أفقية ، سقط شعاع على الوجه العلوي يميل عليه بزاوية $30°$ انكسر فيه ثم انعكس ثم خرج على بعد 2cm من نقطة السقوط احسب سمك الزجاج

الحل




$$\because \phi = 90° - 30° = 60°$$

$$\because n = \frac{\sin\phi}{\sin\theta} \Rightarrow \therefore \sqrt{3} = \frac{\sin 60}{\sin\theta} \Rightarrow \therefore \sqrt{3} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\sin\theta}$$

$$\therefore \sin\theta = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\sqrt{3}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \therefore \theta = 30°$$

ومن هندسة الشكل المقابل يتضح أن : الزاوية ( أ ب م ) = $\theta$ = $30°$

$$\therefore \sin\theta = \frac{\text{ام}}{\text{اب}} \Rightarrow \therefore \frac{1}{2} = \frac{1}{\text{اب}} \Rightarrow \therefore \text{اب} = 2cm$$

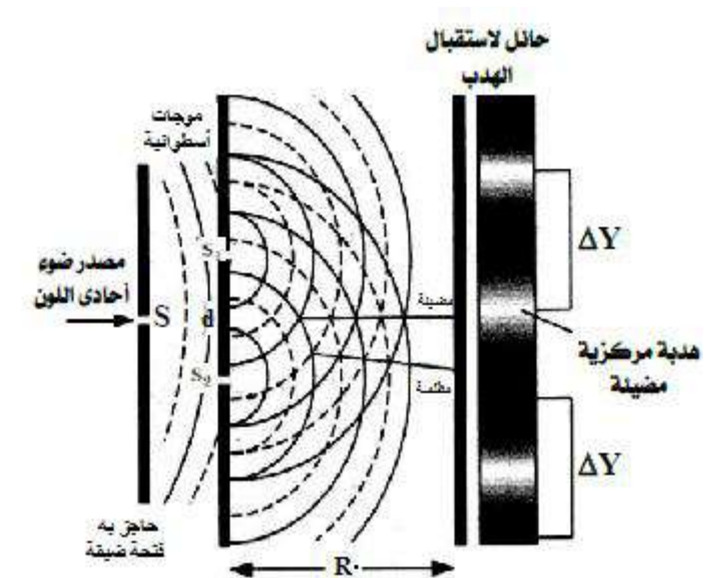
ومن فيثاغورث يمكن حساب سمك الزجاج ( م ب ) : م ب = $\sqrt{4-1} = \sqrt{3}cm$

**************************************************************************

| الانعكاس | الانكسار |
|---|---|
| يحدث فى نفس الوسط | يحدث بين وسطين مختلفين فى الكثافة الضوئية |
| يرتد الشعاع الضوئي فى اتجاه مضاد لاتجاه السقوط | يسير منحرفاً عن مساره فى الوسط الأول . |
| زاوية السقوط = زاوية الانعكاس | زاوية السقوط لا تساوى غالباً زاوية الانكسار |
| سرعة الضوء قبل الانعكاس = سرعة الضوء بعد الانعكاس | سرعة الضوء مختلفة فى الوسطين. |

# ثالثاً : تداخل الضوء

## تجربة الشق المزدوج لتوماس ينج




**الغرض منها**

❶ توضيح ظاهرة التداخل في الضوء .
❷ تعيين الطول الموجي لأى ضوء أحادي اللون

**الجهاز المستخدم ( كما بالشكل )**

❶ مصدر ضوئي أحادي اللون ، أي أن الطول الموجي (λ) قيمة واحدة ثابتة .
❷ حاجز به فتحة مستطيلة ضيقة (S) على بعد مناسب من المصدر الضوئى .
❸ حاجز به فتحتان مستطيلتان ضيقتان ($S_1$ ، $S_2$) تعملان كشق مزدوج .
❹ حائل لاستقبال الموجات .

**الخطوات**

❶ عند تشغيل المصدر الضوئى تمر موجات الضوء من الفتحة S و هى فتحة مستطيلة ضيقة وذلك لتحويل شكل الموجات من الشكل المستوى الى أمواج أسطوانية بحيث يمثل :-

- القوس المتصل ) قمة الموجة - القوس المتقطع ) قاع الموجة

❷ عندما تصل موجات الضوء الى الشق مزدوج وهما فتحتان مستطيلتان ضيقتان تقعان على صدر الموجة الأسطوانية. لذلك يكون للموجات التي تصلها نفس الطور. فتعملان كمصدرين ضوئيين مترابطين [ أي تنبعث منها أمواج أسطوانية متساوية التردد والسعة ولهما نفس الطور.]

**المصادر الضوئية المترابطة**

المصادر التى تصدر موجات متساوية فى التردد والسعة ولها نفس الطور

❸ عندما تصل الأمواج الأسطوانية الصادرة من المصدرين ($s_1$ ، $s_2$) على الحائل المعد لاستقبال الضوء تتداخل أمواج الضوء وتظهر مجموعة التداخل وتكون على شكل مناطق مستقيمة ومتوازية وهي عبارة عن مناطق مضيئة تتخللها مناطق مظلمة تسمي " هدب التداخل"

| **تعريف هدب التداخل** | هي مناطق مضيئة تتخللها مناطق مظلمة نتيجة تراكب حركتين موجيتين متفقتين في الطور ومتساويتين في التردد والسعة وهى تنقسم الى هدب مضيئة وهدب مظلمة |
|---|---|

| **الهدب المضيئة** | **الهدب المظلمة** |
|---|---|
| هى مناطق مضيئة نتيجة تقابل قمة من $S_1$ مع قمة من $S_2$ أو قاع من $S_1$ مع قاع من $S_2$ ويكون فرق المسير عدد صحيح صفر أو λ أو 2λ ......أو mλ ويسمى هذا التداخل تداخل بناء | هى مناطق مظلمة نتيجة تقابل قمة من $S_1$ مع قاع من $S_2$ أو قاع من $S_1$ مع قمة من $S_2$ ويكون فرق المسير نصف موجة او مضاعفاتها $\frac{1}{2}\lambda$ أو $\frac{3}{2}\lambda$ أو $\frac{5}{2}\lambda$ ......أو $(m+\frac{1}{2})\lambda$ ويسمى هذا التداخل تداخل هدام . |
| ( m ) رتبة التداخل حيث<br>m = صفر أو 1 أو 2 ......أو اى عدد صحيح | |

❹ يمكن تعيين المسافة بين هدبتين متتاليتين من نفس النوع ( مضيئتين أو مظلمتين ) من العلاقة: $\Delta y = \frac{\lambda R}{d}$

حيث أن (λ) طول موجة الضوء أحادي اللون المستخدم ، (R) المسافة بين الشق المزدوج والحائل المعد لاستقبال الهدب، (d) المسافة بين الشقين ($s_1$ ، $s_2$).

**الاستنتاج**

(١) شروط حدوث التداخل فى الضوء :

❶ أن يكون كل من المصدرين الضوئيين أحادي الطول الموجى .

❷ أن يكون المصدران الضوئيان مترابطان أى لهما نفس التردد والسعة والطور .

(٢) التداخل نوعان :

**تعريف التداخل فى الضوء**

هو ظاهرة موجية تنشأ عن تراكب موجات الضوء الصادرة من مصدرين مترابطين لهما نفس التردد والسعة والطور وينتج عنها تقوية فى شدة الضوء فى بعض المواضع ( هدب مضيئة ) وانعدام لشدة الضوء فى مواضع أخرى ( هدب مظلمة )

| | التداخل البناء | التداخل الهدام |
|---|---|---|
| **تعريفه** | تداخل ينتج عنه تقوية فى شدة الضوء فى بعض المواضع ( هدب مضيئة ) نتيجة تقابل قمة من إحدى الموجتين مع قمة من الموجة الأخرى أو قاع من إحدى الموجتين مع قاع من الموجة الأخرى . | تداخل ينتج عنه انعدام لشدة الضوء فى بعض المواضع ( هدب مظلمة ) نتيجة تقابل قمة من إحدى الموجتين مع قاع من الموجة الأخرى أو العكس . |
| **شرط حدوثه** | أن يكون فرق المسار بين الموجتين المتداخلتين = $m\lambda$ | أن يكون فرق المسار بين الموجتين $=\left(m+\frac{1}{2}\right)\lambda$ |

(٣) الموجتان المتساويتان فى المسار ينتج عنهما ما يعرف بالهدبة المركزية وتوجد فى منتصف الحائل وهى هدبة مضيئة دائمًا لان فرق المسير بين الموجتين المكونتين عندها يساوى صفر فيكون التداخل تداخل بناء $m\lambda$ = صفر

## العوامل التى يتوقف عليها المسافة بين هدبتين متتاليتين من نفس النوع

| العلاقة | التمثيل البيانى | دلالة الميل |
|---|---|---|
| **(١) المسافة بين الحائل والشقين**<br>" علاقة طردية " | Δy ، R | الميل $=\frac{\Delta y}{R}=\frac{\lambda}{d}$ |
| **٢) الطول الموجى للضوء المستخدم**<br>" علاقة طردية " | Δy ، λ | الميل $=\frac{\Delta y}{\lambda}=\frac{R}{d}$ |
| **(٣) المسافة بين الشقين**<br>" علاقة عكسية "<br>حيث يزداد التداخل وضوحاً كلما قلت المسافة بين الشقين | Δy ، $\frac{1}{d}$ | الميل $=\Delta y\, d = \lambda R$ |

| م | ماذا يحدث فى الحالات التالية | الإجابة |
|---|---|---|
| ١ | **زيادة بعد الحائل المتكون عليه هدب التداخل في تجربة يونج.** | يزداد وضوح هدب التداخل لأن $\Delta y=\frac{\lambda R}{d}$ . |
| ٢ | **استخدام ضوء أحادي اللون ذو طول موجي أكبر ( الاحمر ) في تجربة يونج بالنسبة للمسافة بين الهدبتين المتتاليتين من نفس النوع** | |

| م | علل لما يأتى | الإجابة |
|---|---|---|
| ١ | عند نفاذ ضوء أحادي اللون من شق ضيق مزدوج نشاهد وجود هدب مضيئة وأخرى مظلمة على حائل أبيض على بعد مناسب منها | لأن الهدب تتكون نتيجة حدوث تداخل بين أمواج متساوية في التردد والسعة ولها نفس الطور وعندما يكون التداخل بناء تتكون هدب مضيئة وعندما يكون التداخل هدام تتكون هدب مظلمة |
| ٢ | يستخدم مصدر ضوئي أحادي اللون في تجربة الشق المزدوج. | حتى يعطي المصدر ضوء له طول موجي واحد وبالتالي تكون الأمواج الضوئية لها نفس التردد والسعة فينتج بينهما تداخل. |
| ٣ | الهدبة المركزية في تجربة يونج دائما مضيئة. | لأنها ناتجة من تداخل بناء حيث يكون فرق المسير بين الموجتين المكونتين لها $= m\lambda$ |
| ٤ | كلما قلت المسافة بين الشقين في تجربة الشق المزدوج ليونج كلما زاد وضوح التداخل. | $(\because \Delta y \alpha \frac{1}{d})$ فتكون المسافة بين هدبتين متتاليتين $(\Delta y)$ تتناسب عكسيا مع المسافة بين الفتحتين $(d)$ ، فكلما كانت $(d)$ صغيرة كلما زاد وضوح هدب التداخل. |

## أمثلة محلولة

١- في تجربة الشق المزدوج لينج كانت المسافة بين الفتحتين المستطيلتين الضيقتين 0.00015 m وكانت المسافة بين الشق و الحائل المعد لاستقبال هدب التداخل 0.75 m وكانت المسافة بين هدبتين مضيئتين هى 0.003m أحسب الطول الموجي للضوء الاحادى اللون المستخدم .

الحل

$$\because \Delta y = \frac{\lambda R}{d} \Rightarrow \therefore \lambda = \frac{\Delta y d}{R} = \frac{0.003 \times 0.00015}{0.075} = 0.6 \times 10^{-6} m = 6000 A^0$$

*************************************************************************

٢- في تجربة الشق المزدوج لينج كانت المسافة بين الفتحتين المستطيلتين الضيقتين 0.0001 m وكانت المسافة بين الشق و الحائل 0.8 m أحسب المسافة بين هدبتين مضيئتين علماً بأن الطول الموجي للضوء الاحادى 5000 أنجستروم .

الحل

$$\because \Delta y = \frac{\lambda R}{d} = \frac{5000 \times 10^{-10} \times 0.8}{0.0001} = 0.004m = 4mm$$

*************************************************************************

٣- في تجربة الشق المزدوج ليونج كانت المسافة بين الفتحتين الضيقتين تساوي 2mm وكانت المسافة بينهما وبين الحائل المعد لاستقبال هدب التداخل تساوي 1m فإذا كانت المسافة بين هدبتين مضيئتين متتاليتين تساوي $5\times10^{-4}$m وسرعة الضوء تساوي $3\times10^{8}$m أوجد:❶ الطول الموجي للضوء المستخدم ❷ تردد موجة الضوء

الحل

❶الطول الموجي للضوء المستخدم

$$\because \Delta y = \frac{\lambda R}{d} \Rightarrow \therefore \lambda = \frac{\Delta y d}{R} = \frac{5\times10^{-4}\times2\times10^{-3}}{1} = 10^{-6} m$$

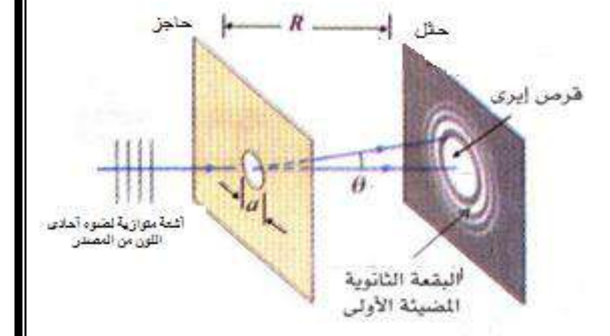
❷ تردد موجة الضوء

$$\because \upsilon = \frac{C}{\lambda} = \frac{3\times10^{8}}{10^{-6}} = 3\times10^{14} Hz$$

*************************************************************************

# رابعاً : حيود الضوء

## كيفية حدوثه




عندما تسقط موجات ضوء أحادى اللون على فتحة دائرية فى حاجز فإنها :

- تغير اتجاه انتشارها ( تحيد عن اتجاهها ) .
- تتداخل ( او تتراكب ) الموجات مع بعضها خلف الحاجز .

ويظهر على الحائل بقعة دائرية مضيئة محددة يطلق عليها قرص إيرى ، ولكن عند دراسة البقعة المضيئة عن قرب يظهر وجود هدب مضيئة و أخرى مظلمة .

## تفسيره :

عند مرور ضوء أحادي اللون على حاجز به فتحة دائرية صغيرة أبعادها مقاربة لطول الموجة سوف تعمل كل نقطة من محيط الفتحة وكأنها مصدر ثانوي ليحيد الضوء من خلالها فيصبح لدينا عدد لا نهائي من المصادر الضوئية المترابطة .وعند استقبال الضوء النافذ من الفتحة على حائل فنجد تكون بقعة دائرية مضيئة مركزية تتركز فيها شدة الاضاءة ( قرص إيرى ) تحيط بها بقعة معتمة ثم هالة مضيئة تحيط بها حلقة معتمة و هكذا مكونة ما يسمى بهدب الحيود .

## تعريف حيود الضوء

" هو ظاهرة تغير مسار الضوء ( إنحراف الضوء عن سيره في خط مستقيم )عندما يمر بحافة صلبة أو ينفذ من فتحة صغيرة ، مما يؤدي إلى تراكب الموجات وتكون هدب مضيئة واخرى مظلمة (هدب الحيود) ".

## قرص إيري

- "هو بقعة دائرية مضيئة محددة تكونت على الحائل لأشعة الضوء التي حدث لها حيود وتتركز بها شدة الاضاءة ويمكن به دراسة توزيع الإضاءة"
- " هى بقعة دائرية مضيئة مركزية تتكون عن حيود الضوء عند فتحة دائرية وتكون شدة الضوء فيها أعلى ما يمكن " .

## هدب الحيود

" هي مناطق مضيئة تتخللها مناطق معتمة تنتج من تراكب عدد لا نهائي من موجات الضوء الصادرة من عدد لا نهائي من المصادر الضوئية المترابطة حدث لها حيود ويختلف شكلها باختلاف شكل الفتحة التي يحيد منها الضوء وتتوزع الاضاءة بها بشكل غير منتظم " .

| م | علل لما يأتى | الإجابة |
|---|---|---|
| ١ | لا يوجد فرق جوهري بين نموذجي التداخل والحيود في الضوء. | لان كلاهما ظاهرة موجية تنشأ من تراكب الموجات . |
| ٢ | بالرغم من سقوط موجات ضوء أحادى اللون على فتحة دائرية في حاجز إلا أنه لم يلاحظ حدوث حيود لهذا الضوء | لأن اتساع الفتحة أكبر من الطول الموجى للضوء الساقط ولكى يكون حيود الضوء ملحوظاً لابد من مروره بفتحة ضيقة اتساعها مقارباً للطول الموجى للموجة الساقطة . |
| ٣ | عند نفاذ الضوء من ثقب ضيق واستقبال الأشعة النافذة على حائل يمكن ملاحظة هدب الحيود | لأن كل نقطة من نقاط الفتحة تعمل كمصدر ضوئي مستقل يبعث موجات ضوئية ثانوية في مختلف الجهات فيحدث تداخل فيما بينها وكلما كان اتساع الفتحة صغيراً بالنسبة لطول موجة الضوء الساقط كانت ظاهرة الحيود أكثر وضوحاً . |

| | الحيود | التداخل |
|---|---|---|
| وجه الاتفاق | كل منهما ينشأ من تراكب موجات ويظهر فى صورة هدب . | |
| أوجه الاختلاف | ينتج من تراكب الموجات الصادرة من عدد لا نهائي من المصادر الضوئية المترابطة | ينتج من تراكب الموجات الصادرة من مصدرين ضوئيين مترابطين . |
| | يظهر بوضوح إذا كان الطول الموجى للضوء مقارباً أبعاد الفتحة أو العائق . | يظهر بوضوح كلما زاد البعد بين المصدرين المترابطين والحائل المعد لاستقبال الهدب . |
| | تتركز الاضاءة في البقعة المركزية | تتوزع الاضاءة بانتظام |

| | الحيود | الانكسار |
|---|---|---|
| **وجه الاتفاق** | كلاهما يتغير مسار الضوء فيه | |
| **أوجه الاختلاف** | يحدث في نفس الوسط بسبب مرور الضوء على حادة حافة او ثقب ضيق. | يحدث عند اجتياز الضوء للسطح الفاصل بين وسطين شفافين مختلفين في الكثافة الضوئية . |
| | يكون في نفس الوسط فلا يكون هناك تغير في السرعة و الطول الموجي والتردد | ينتقل من وسط لأخر فيتغير معها السرعة والطول الموجي ويظل التردد ثابت . |

| | ظاهرة الانعكاس | ظاهرة الانكسار | ظاهرة التداخل | ظاهرة الحيود |
|---|---|---|---|---|
| **الشكل** | العمود المقام، شعاع منعكس، شعاع ساقط، زاوية الانعكاس، زاوية السقوط، نقطة السقوط، السطح العاكس | الشعاع الساقط، (زجاج)، (ماء)، $V_1$، $V_2$، $V_1 < V_2$، الشعاع المنكسر | | حاجز، حائل، قرص ايري، R |
| **التعريف** | ارتداد الأشعة الضوئية فى نفس الوسط عندما تقابل سطحاً عاكساً . | انحراف مسار الضوء عندما يجتاز السطح الفاصل بين وسطين شفافين مختلفين فى الكثافة الضوئية . | ظاهرة تراكب موجات الضوء الصادرة من مصدرين مترابطين وينتج عنها تقوية فى شدة الضوء فى بعض المواضع وانعدام فى شدة الضوء في مواضع أخرى . | ظاهرة تغير مسار موجات الضوء عند مرورها خلال فتحة ضيقة مما يؤدى الى تراكب الموجات وتكون هدب مضيئة واخرى مظلمة . |
| **مكان الحدوث** | عند السطح العاكس فى نفس الوسط . | عند السطح الفاصل بين وسطين مختلفين فى الكثافة الضوئية . | فى نفس الوسط خلف الشق المزدوج . | عند فتحة فى عائق أو حافة حاجز فى نفس الوسط . |
| **شرط الحدوث** | أن تقابل موجات الضوء سطح عاكس . | أن يكون الوسطين شفافين مختلفين فى الكثافة الضوئية . | - أن يكون كل من المصدرين الضوئيين أحادى الطول الموجي . - أن يكون المصدران الضوئيان مترابطان أى لهما نفس التردد والسعة والطور | أن تكون أبعاد فتحة العائق مقاربة للطول الموجى لموجة الضوء والعكس صحيح . |

## مما سبق يمكن تلخيص الخصائص الموجية للضوء كما يلى :

❶ **ينتشر** في خطوط مستقيمة فى الوسط المتجانس .

❷ **ينعكس** عند سقوطه على سطح عاكس وفقا لقانوني الإنعكاس.

❸ **ينكسر** عندما يجتاز السطح الفاصل بين وسطين شفافين مختلفين في الكثافة الضوئية وفقا لقانوني الإنكسار.

❹ **يتداخل** موجات الضوء المتساوية في التردد والسعة والطور والصادرة من مصادر مترابطة وينشأ عن التداخل تقوية في شدة الضوء في بعض المواضع ( هدب مضيئة ) وإنعدام في شدة الضوء في مواضع أخرى ( هدب مظلمة).

❺ **يحيد** عن مساره إذا مر بحافة حادة أو من فتحة أبعادها مقاربة للطول الموجي لموجة الضوء .

| الكمية الفيزيائية | القانون | العوامل ونوع العلاقة |
|---|---|---|
| **معامل الانكسار المطلق لوسط** | $n=\frac{\sin\phi}{\sin\theta}$ | (١) الطول الموجي للضوء الساقط .<br>(٢) سرعة الضوء فى وسط الانكسار . |
| **معامل الانكسار النسبى بين وسطين** | $_1n_2=\frac{n_2}{n_1}$ | (١) الطول الموجي للضوء الساقط .<br>(٢) سرعة الضوء فى وسط السقوط .<br>(٣) سرعة الضوء فى وسط الانكسار . |
| **مقدار الإزاحة الحادثة لشعاع ضوئي يسقط مائلا على متوازي مستطيلات** | ------------ | (١) زاوية سقوط الشعاع .<br>(٢) سمك المتوازي .<br>(٣) معامل انكسار مادته . |
| **المسافة بين هدبتين متتاليتين من نفس النوع فى تجربة ينج ( الشق المزدوج )** | $\Delta y=\frac{\lambda R}{d}$ | (١) الطول الموجي للضوء المستخدم ( طردي )<br>(٢) المسافة بين الحائل و الشقين ( طردي ).<br>(٣) المسافة بين الشقين ( عكسي) . |

## أسئلة وتدريبات على الفصل الثانى

**الدرس الاول**

### س ١ : اكتب المصطلح العلمى الدال على العبارات التالية :

١) توزيع الموجات الكهرومغناطيسية تصاعدياً حسب ترددها أو تنازلياً حسب طولها الموجي
٢) ارتداد الأشعة الضوئية في نفس الوسط عندما تقابل سطحا عاكسا
٣) الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط والعمود المقام عند نقطة السقوط على السطح العاكس أو الفاصل"
٤) الزاوية المحصورة بين الشعاع المنعكس والعمود المقام عند نقطة السقوط على السطح العاكس"
٥) قدرة الوسط على كسر الأشعة الضوئية عند نفاذها فيه
٦) انحراف مسار الضوء عندما يجتاز السطح الفاصل بين وسطين شفافين مختلفين في الكثافة الضوئية
٧) الزاوية المحصورة بين الشعاع المنكسر والعمود المقام عند نقطة السقوط على السطح الفاصل بين وسطين
٨) النسبة بين معامل الإنكسار المطلق للوسط الثاني الى معامل الإنكسار المطلق للوسط الأول
- النسبة بين جيب زاوية السقوط في الوسط الأول إلى جيب زاوية الإنكسار في الوسط الثاني
- النسبة بين سرعة الضوء في الوسط الأول إلى سرعته في الوسط الثاني

٩) النسبة بين جيب زاوية السقوط في الفراغ إلى جيب زاوية الإنكسار في الوسط
- النسبة بين سرعة الضوء في الهواء أو الفراغ وسرعة الضوء في الوسط

١٠) معامل الانكسار المطلق لوسط السقوط × جيب زاوية السقوط = معامل الانكسار المطلق لوسط الانكسار × جيب زاوية الانكسار
١١) سطح عمودى على اتجاه انتشار الموجة وتكون جميع نقاطه لها نفس الطور .
١٢) ظاهرة تراكب موجات الضوء الصادرة من مصدرين مترابطين وينتج عنها تقوية فى شدة الضوء فى بعض المواضع وانعدام لشدة الضوء فى مواضع أخرى .
١٣) تداخل ينتج عنه تقوية فى شدة الضوء فى بعض المواضع نتيجة تقابل قمة من إحدى الموجتين مع قمة من الموجة الأخرى أو قاع من إحدى الموجتين مع قاع من الموجة الأخرى
١٤) تداخل ينتج عنه انعدام لشدة الضوء فى بعض المواضع نتيجة تقابل قمة من إحدى الموجتين مع قاع من الموجة الأخرى أو العكس .
١٥) المصادر التى تصدر موجات متساوية فى التردد والسعة ولها نفس الطور
١٦) تغير مسار الضوء عند نفاذة من فتحة صغيرة أو بالقرب من حافة حاجز .
١٧) بقعة دائرية مضيئة مركزية تتكون عند حيود الضوء عن فتحة دائرية وتكون شدة الضوء فيها أعلى ما يمكن .
١٨) مناطق مضيئة تتخللها مناطق مظلمة نتيجة تراكب حركتين موجيتين متفقتين في الطور ومتساويتين في التردد والسعة .

### س ٢ : اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

١) الموجات الكهرومغناطيسية تنشأ من ........
( اهتزاز الاجسام الكبيرة – اهتزاز الاوتار المشدودة – اهتزاز مجالات كهربية ومغناطيسية – جميع ما سبق )
٢) جميع الموجات الكهرومغناطيسية المنتشرة فى الفراغ يكون لها نفس... ( الاتجاه – التردد – الطول الموجى – السرعة )

٣) سقط شعاع ضوئي مائلا على السطح العاكس بزاوية 30° تكون زاوية انعكاسه .......... (60° / 30° / zero° )

٤) تختلف الموجات الكهرومغناطيسية أثناء انتشارها فى الفراغ فى ......
( الطول الموجى والتردد / التردد والسرعة / الطول الموجى فقط / جميع ما سبق )

٥) 📖عندما ينعكس الضوء تكون زاوية الإنعكاس .......... زاوية السقوط. ( أكبر من / تساوي / أصغر من )

٦) إذا سقط شعاع ضوئي على المرآة A بحيث يكون موازيا للمرآة B كما بالشكل

١- ينعكس الشعاع عن المرآة A ، ويسقط على المرآة B بزاوية سقوط تساوي..........
(0° / 30° / 60° / 90°)

٢- الشعاع المنعكس عن المرآه B يسقط مرة اخرى على المرآه A بزاوية سقوط ......
(0° / 30° / 60° / 45°)

٧) النسبة بين زاوية سقوط شعاع ضوئي مار في الزجاج ($n_g$ = 1.5) إلى زاوية إنكساره في الماء ($n_w$ = 1.33) ..........
( أقل من 1 / أكبر من 1 / تساوي 1 )

٨) شعاع ضوئى يسقط على قطعة من الزجاج فينكسر فى الزجاج ، أي من المفاهيم التالية لا يتغير عندما ينكسر الشعاع الضوئى ...... ( السرعة – التردد – الطول الموجى – الشدة )

٩) عندما ينتقل شعاع ضوئى من وسط أقل كثافة ضوئية الى وسط أكبر كثافة ضوئية وكانت زاوية السقوط = صفر ، اى من الخواص التالية للضوء لا تتغير ....... ( السرعة – الاتجاه – الطول الموجى – الشدة )

١٠) إذا كان معامل إنكسار الوسط X ضعف معامل إنكسار الوسط Y تكون سرعة الضوء في الوسط X .......... سرعة الضوء في الوسط (Y) . ( نصف / ضعف / ربع )

١١) إذا كان معامل الإنكسار النسبي من الزجاج للماء = $\frac{8}{9}$ فإن معامل الإنكسار المطلق للزجاج .......... معامل الإنكسار المطلق للماء. ( أكبر من / أقل من / يساوي)

١٢) 📖 عندما ينكسر الضوء تكون النسبة $\frac{\sin\phi}{\sin\theta}$ .........
( ثابتة للوسطين / غير ثابتة لهذين الوسطين / مقدار ثابت أكبر من الواحد الصحيح / مقدار ثابت أقل من الواحد الصحيح )

١٣) إذا سقط شعاع ضوئي على متوازي مستطيلات بزاوية سقوط تساوي 60° وإذا كان معامل الإنكسار المطلق للزجاج $\sqrt{3}$ فإن زاوية إنكسار الضوء تساوي.......... ( $45^0$ /30° / 60° / 90° )

١٤) سقط شعاع ضوئى بزاوية $60^o$ على سطح فاصل بين وسطين فإذا انكسر هذا الشعاع بزاوية $45^o$ يكون معامل الانكسار النسبى بين الوسط الاول والثانى يساوى .......... ( 1.5 – 1.22 – 1.7 – 2.44 )

١٥) إذا علمت أن معامل الانكسار المطلق للبنزين $n_1$=1.5 ومعامل الانكسار المطلق للزجاج $n_2$=1.65 فإن معامل الانكسار النسبى بين البنزين والزجاج $_1n_2$ يساوى .............. ( 0.91 – 1.1 – 1.5 – 1.65 )

١٦) عند سقوط شعاع ضوئى مائلاً من وسط معامل انكساره صغير الى وسط معامل انكساره أكبر فإنه ينكسر .....
( مقترباً من العمود – مبتعداً عن العمود – عمودى على السطح الفاصل – موازى للسطح الفاصل )

١٧) في تجربة يونج استخدم ضوء أحمر ثم أعيدت التجربة مع ضوء بنفسجي فإن المسافة بين هدبتين متتاليتين من نفس النوع .......... ( تقل / تزيد / تظل ثابتة )

١٨) عندما يمر ضوء أحادى الطول الموجى خلال شقين مستطيلين ضيقين ثم يسقط على حائل فإن الهدب المتكونة على الحائل تنشأ بسبب ......... ( الانعكاس – الانكسار – التداخل – الامتصاص )

١٩) 📖 نسبة جيب زاوية السقوط فى الوسط الأول الى جيب زاوية الانكسار فى الوسط الثانى تسمى .......
- معامل الانكسار النسبى من الوسط الثانى الى الوسط الاول .
- معامل الانكسار المطلق للوسط الاول .
- معامل الانكسار النسبى من الوسط الاول الى الوسط الثانى .
- معامل الانكسار المطلق للوسط الثانى .

٢٠) إذا قربنا الحائل المعد لإستقبال الهدب من الشق المزدوج فإن المسافة ΔY .......... ( تقل / تزيد / تظل ثابتة)

٢١) إذا كانت الزاوية المحصورة بين الشعاعين الساقط والمنعكس تساوي 140° تكون زاوية الإنعكاس ..........
( 20° / 40° / 35° / 70° )

٢٢) قدرة الوسط على كسر الاشعة تسمى ....... ( الانعكاس – الانكسار – التداخل – الكثافة الضوئية )

٢٣) فى تجربه يونج تكون الهدبة المركزية ........... ( مضيئة – مظلمة – قد تكون مضيئة أو مظلمة )

٢٤)عندما تتغير زاوية السقوط من $60^0$ الى $30^0$ فإن زاوية الإنكسار سوف تتغير من $50^0$ الى... ( 100 – 25 – 26.8 – 90 )

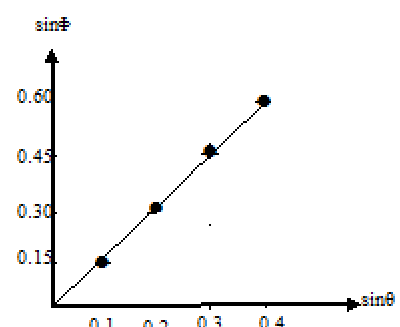
٢٥) إذا انتقل شعاع ضوئى من وسط لآخر وقل الطول الموجى له وإذا كانت زاويه سقوطه $60^0$ فإن زاوية انكساره تكون ........ ( أكبر من $60^0$ / أقل من $60^0$ / تساوى $60^0$ )

٢٦) 📖معامل الانكسار النسبى بين وسطين ( $_1n_2$ ) يتعين من العلاقة ........... ( $\frac{V_2}{V_1}$ / $\frac{n_2}{n_1}$ / $n_1 - n_2$ / $\frac{n_1}{n_2}$ )

٢٧) 📖 شعاع ضوئى يسقط على سطح فاصل بين وسطين ، فإذا كانت زاوية السقوط $60^0$ وزاوية الانكسار $30^0$ فإن معامل الانكسار النسبى من الوسط الاول الى الوسط الثانى يساوى ........ ( $2$ / $\sqrt{3}$ / $\sqrt{2}$ / $\frac{1}{2}$ )

٢٨) 📖 شعاع ضوئى يسقط بزاوية $48.5^0$ على أحد آوجه متوازى مستطيلات من الزجاج ومعامل انكسار مادته 1.5 فكانت زاوية انكساره هى ............ ( $40^0 - 35^0 - 30^0 - 20^0$ )

٢٩) **الشكل المقابل**




يعبر عن العلاقة بين جيب زاوية سقوط الشعاع الضوئى من وسط شفاف وجيب زاويه انكساره فى الوسط المنتقل اليه إذا كانت سرعة الضوء فى الوسط الاول هى $2 \times 10^8$ m/s فإن :

١- معامل الانكسار النسبى بين الوسطين = .......... ( 2 / 1.93 / 0.75 / 1.5 )

٢- سرعة الضوء فى الوسط الثانى = ....... m/s ( $3.3\times10^8$ / $3.8\times10^8$ / $1.33\times10^8$ / $2.7\times10^8$ )

## س ٣ : علل لما يأتى

١) جميع الموجات الكهرومغناطيسية موجات مستعرضة .
٢) الموجات الكهرومغناطيسية تختلف عن بعضها في الخواص الفيزيائية
٣) يسهل رؤية صورتك المنعكسة على زجاج نافذة حجرة مضيئة ليلا عندما يكون خارج الحجرة ظلام شديد، في حين يصعب تحقيق ذلك نهارا
٤) معامل الإنكسار النسبي بين وسطين يمكن أن يكون أكبر أو أقل من الواحد الصحيح
٥) معامل الإنكسار المطلق لوسط أكبر من الواحد الصحيح .
٦) الشعاع الساقط عموديا على السطح الفاصل ينفذ دون أن يعاني أي إنكسار.
٧) ترى الشمس فى غير موضعها
٨) ترى قطعة نقود الموجودة بقاع حمام سباحة فى غير موضعها
٩) عند نفاذ ضوء أحادي اللون من شق ضيق مزدوج نشاهد وجود هدب مضيئة وأخرى مظلمة على حائل أبيض على بعد مناسب منها
١٠) يستخدم مصدر ضوئي أحادي اللون في تجربة الشق المزدوج.
١١) الهدبة المركزية في تجربة يونج دائما مضيئة.
١٢) كلما قلت المسافة بين الشقين في تجربة الشق المزدوج ليونج كلما زاد وضوح التداخل.
١٣) لا يوجد فرق جوهري بين نموذجي التداخل والحيود في الضوء .
١٤) بالرغم من سقوط موجات ضوء أحادى اللون على فتحة دائرية في حاجز إلا أنه لم يلاحظ حدوث حيود لهذا الضوء
١٥) الضوء حركة موجية .

## س ٤ : أذكر شرطا واحدا أو أكثر إن وجد لكل من

١) انكسار الضوء .
٢) تداخل هدام لموجتين من موجات الضوء .
٣) هدبة مضيئة فى تجربة الشق المزدوج .
٤) حيود الضوء بحيث يكون ملحوظاً .
٥) نفاذ شعاع ضوئي على إستقامته عند نفاذه بين وسطين مختلفين في الكثافة .

## س ٥ : ما هى العوامل التى يتوقف عليها كل من

١) المسافة بين أي هدبتين متتاليتين من نوع واحد في تجربة يونج
٢) معامل الانكسار المطلق لوسط .

٣) معامل الانكسار النسبى بين وسطين .
٤) الإزاحة الحادثة لشعاع ضوئى يسقط مائلاً على متوازى مستطيلات .

## س ٦ : ما النتائج المترتبة على كل مما يأتى ( مع التوضيح بالرسم إن أمكن )

١) مرور الضوء من فتحة ضيقة تقترب أبعادها من قيمة الطول الموجي للضوء.
٢) نقص المسافة (d) بين الشقين في تجربة الشق المزدوج ليونج.
٣) إستخدام الضوء البنفسجي بدلا من الضوء الأحمر في تجربة الشق المزدوج.
٤) سقوط شعاع ضوئى يميل على السطح الفاصل بين وسطين مختلفين فى الكثافة الضوئية .
٥) انتقال شعاع ضوئى يميل من وسط أكبر كثافة ضوئية الى وسط أقل كثافة ضوئية .
٦) انتقال شعاع ضوئى يميل من وسط أقل كثافة ضوئية الى وسط أكبر كثافة ضوئية .

## س ٧ : أذكر وظيفة واحدة لكل مما يأتى

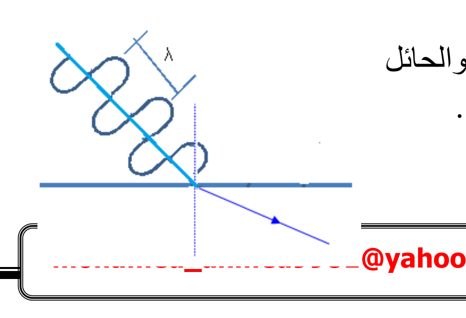
١) الشق المزدوج فى تجربة توماس يونج
٢) تجربة الشق المزدوج لتوماس يونج

## س ٨ : ما المقصود بكل مما يأتى

(١) انعكاس الضوء.
(٢) زاوية سقوط الشعاع الضوئى.
(٣) زاوية انعكاس الشعاع الضوئى.
(٤) انكسار الضوء .
(٥) زاوية انكسار الشعاع الضوئى .
(٦) الكثافة الضوئية لوسط .
(٧) معامل الانكسار النسبى بين وسطين
(٨) معامل الانكسار المطلق لوسط .
(٩) قانون سنل .
(١٠) تداخل الضوء .
(١١) المصادر الضوئية المترابطة .
(١٢) صدر الموجة
(١٣) التداخل البناء
(١٤) هدب التداخل .
(١٥) التداخل الهدام .
(١٦) حيود الضوء .
(١٧) هدب الحيود .
(١٨) قرص إيرى .

## س ٩ : أسئلة متنوعة

١) أذكر خصائص الموجات الكهرومغناطيسية
٢) سقط شعاعان ضوئيان بحيث يلتقيان في نقطة على حائل رأسي ، وضع لوح زجاجي رأسي موازي للحائل يعترض مسار الشعاعين . هل يظل موضع نقطة تقابل الشعاعين على الحائل كما هو أم يتغير مع التعليل؟
٣) اذكر قانونى : (أ) الانعكاس فى الضوء . (ب) الانكسار فى الضوء
٤) ماذا نعنى بقولنا أن (أ) معامل الانكسار المطلق لوسط = 1.4 (ب) معامل الانكسار النسبى بين الزجاج والماء = 0.8
٥) متى تكون زاوية انكسار شعاع ضوئى يعبر سطح فاصل بين وسطين = صفر .
٦) بعد عاصفة تمشى رجل على ممشاه وكان متجهاً الى الشرق وقد شاهد قوس قزح متكون فوق منزل جاره ، فهل كان هذا الوقت صباحاً أم مساءاً ؟
٧) استنتج العلاقة بين معامل الانكسار النسبى بين لوسطين ومعامل الانكسار المطلق لهما ثم استخدم العلاقة فى استنتاج قانون سنل .
٨) **في تجربة يونج لتعيين الطول الموجي لضوء أحادى تكونت الصورة الموضحة بالشكل**
(أ) ما اسم الظاهرة الناتجة من التجربة ؟
(ب) ما اسم المناطق المتوازية المتتابعة التى ظهرت فى الصورة ؟
(ج) احسب الطول الموجي للضوء المستخدم علمًا بأن البعد بين الشق المزدوج والحائل المعد لاستقبال الصورة يساوى 100 cm والمسافة بين الشقين تساوى 0.01 mm .
٩) **فى الشكل المقابل**



سقط شعاع ضوئى من الوسط الاول وكان شكل الموجة كما بالشكل ثم انكسر فى الوسط الثانى وضح بالرسم ماذا يحدث لشكل الموجة فى الوسط الثانى ؟

## س١٠-١ : مسائل على الانعكاس والانكسار فى الضوء :

١- 📖 إذا سقط شعاع ضوئي على سطح لوح زجاجي معامل انكساره 1.5 بزاوية سقوط 30° فاحسب زاوية الانكسار . **[ 19° 47\ ]**

*****************************************************************************

٢- 📖 إذا كان معامل الانكسار المطلق للماء $\frac{4}{3}$ ومعامل الانكسار المطلق للزجاج $\frac{3}{2}$ فأوجد :

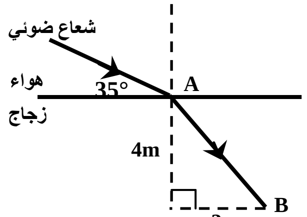
❶ معامل الانكسار النسبي من الماء إلى الزجاج **[$\frac{9}{8}$]**

❷ معامل الانكسار النسبي من الزجاج إلى الماء **[$\frac{8}{9}$]**

*****************************************************************************

٣- شعاع ضوئي يسقط على الماء بزاوية 45° حدد اتجاه كل من الشعاعين المنعكس والمنكسر علما بأن معامل انكسار الماء 1.4 .

**[ 45° , 30.34° ]**




٤- من الشكل المقابل احسب :

❶ معامل الإنكسار للزجاج

❷ الزمن الذي يستغرقه الشعاع حتى يصل من A إلى B علما بأن سرعة الضوء في الهواء $3\times10^{8}m/s$

**[$2.3\times10^{-8}s$ - 1.37]**

*****************************************************************************

٥- سقط ضوء طوله الموجي 7070 أنجستروم على سطح فاصل بين وسطين بزاوية 45° احسب زاوية الانكسار في الوسط الثاني علما بأن الطول الموجي فيه 5000 أنجستروم ، ثم احسب معامل الانكسار النسبي بين الوسطين. **[30° , 1.414 ]**

*****************************************************************************

٦- ما طول موجة الضوء الأخضر في الماء علما بأن طول موجته في الفراغ يساوي 5600 أنجستروم ومعامل انكسار الماء $\frac{4}{3}$ **[ 4200A° ]**

*****************************************************************************

٧- إذا سلك شعاع ضوئي المسار الموضح بالشكل ، احسب معامل انكسار الزجاج

5cm
7cm
$23^{0}$

**[1.13]**

*****************************************************************************

٨- سقط شعاع ضوئي على سطح مائل وكانت زاوية ميل الشعاع على السطح 30° فانحرف الشعاع عن مساره بزاوية 30° أوجد من ذلك معامل انكسار السائل. **[ $\sqrt{3}$ ]**

*****************************************************************************

٩- ( الأزهر ٢٠٠٢ ) سقط شعاع ضوئي في الهواء على سطح زجاجي بزاوية سقوط 60° فانعكس جزء منه وانكسر الباقي ، أوجد الزاوية الواقعة بين الشعاع المنكسر والشعاع المنعكس إذا كان معامل انكسار الزجاج $\sqrt{3}$ **[ 90° ]**

*****************************************************************************

١٠- إذا كانت سرعة الضوء في الزجاج $2\times10^{8}m/s$ احسب معامل الانكسار المطلق للزجاج علماً بأن سرعة الضوء في الهواء $3\times10^{8}m/s$ . **[ 1.5 ]**

**********************************************************************

١١ - ( ث .ع ٢٠١٠) شعاع ضوئي تردده $4\times10^{14}Hz$ يسقط من الهواء على السطح المستوي لقطعة من الزجاج معامل انكسار مادته 1.5 احسب الطول الموجي للشعاع الضوئي خلال الزجاج علما بأن سرعة الضوء في الهواء $3\times10^{8}m/s$ **[ $5\times10^{-7}m$ ]**

**********************************************************************

١٢- إذا كان معامل الانكسار النسبي من الجليد إلى الجليسرين 1.12 فأوجد معامل الانكسار المطلق للجليد إلى علم أن معامل الانكسار المطلق للجليسرين 1.47 **[1.31 ]**

**********************************************************************

١٣- تتبع مسار الشعاع الضوئى الساقط ، واذا أصبحت الزاوية بين B , C تساوى $90^{0}$ احسب زاوية انعكاس الشعاع الضوئى عن المرآه C .

**[ $60^{0}$ ]**

**********************************************************************

١٤- يسقط شعاع ضوئى على سطح شريحة زجاجية ، فإذا كان الشعاع يصنع في الهواء زاوية قدرها $32^{0}$ مع العمودى ، بينما يصنع الشعاع فى الزجاج زاوية قدرها $21^{0}$ مع العمودى احسب معامل الانكسار للزجاج . **[ 1.5 ]**

**********************************************************************

١٥- **<u>فى الشكل المقابل</u>**

شعاع ضوئى يسقط على مرآه مستوية A لينعكس عنها نحو مرآه مستوية B أوجد زاوية انعكاسه عن المرآه B مع رسم مسار الأشعة على المرآه B ، وإذا تم تعديل المرآه B بحيث ينعكس الشعاع الضوئى عنها موازياً للشعاع الساقط احسب الزاوية بين A , B بعد التعديل .

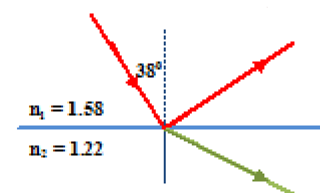
**[ $60^{0}$ , $90^{0}$ ]**

**********************************************************************

١٦- **<u>من الشكل المقابل</u>**

، اوجد : قيمة كل من زاوية الانعكاس وزاوية الانكسار .

**[ $38^{0}$ , $52.88^{0}$ ]**




**********************************************************************

١٧- ( الأزهر ٢٠٠٧) سقطت أمواج ضوئية من الهواء إلى الماء بزاوية سقوط 30° فإذا كان معامل الإنكسار بين الماء والهواء 1.33 احسب: ❶ زاوية الانكسار في الماء **[ 22° ]**

❷ سرعة انتشار الضوء في الماء علما بأن سرعة انتشارها في الهواء $3\times10^{8}$ م/ث **[$2.25\times10^{8}m/s$ ]**

**********************************************************************

١٨- ( مصر ٢٠٠٠) يوضح الجدول التالي العلاقة بين جيب زاوية السقوط في الهواء $(\sin\phi)$ وجيب زاوية الإنكسار في الزجاج $(\sin\theta)$ للأشعة الضوئية:

| $\sin\phi$ | 0 | 0.15 | 0.3 | a | 0.6 | 0.75 | 0.9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\sin\theta$ | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | b |

أرسم علاقة بيانية بين $(\sin\phi)$ على محور الصادات (y) ، $(\sin\theta)$ على محور السينات (x) ومن الرسم البياني أوجد:

❶ قيمة كل من a,b

❷ معامل إنكسار الزجاج **[ 1.5 ،0.6 ،0.45 ]**

**********************************************************************

## س١٠-١ : مسائل على تجربة الشق المزدوج :

١٩- احسب تردد الضوء المستخدم في تجربة يونج إذا كانت المسافة بين الفتحتين الضيقتين 0.00015m والمسافة بين الحائل المعد لاستقبال الهدب والشق المزدوج 0.75m وكانت المسافة بين هدبتين مضيئتين متتاليتين 0.002m علما بأن سرعة الضوء في الهواء $3\times10^{8}$m/s **[$7.5\times10^{14}$ Hz ]**

٢٠- في تجربة الشق المزدوج ليونج كان الفاصل بين هدب التداخل للضوء الأخضر يساوي 0.275mm والطول الموجي له 550nm وعند استخدام ضوء أحمر طوله الموجي 600nm أو ضوء بنفسجي طوله الموجي 400nm حصلنا على هدب أخرى أوجد :

❶ المسافة بين هدب التداخل المتكونة بالضوء الأحمر **[ $3\times10^{-4}$m ]**

❷ المسافة بين هدب التداخل المتكونة بالضوء البنفسجي **[ $2\times10^{-4}$m ]**

****************************************************************************

٢١- سقط ضوء أحادي اللون طوله الموجي = 5000A° على شق مزدوج في تجربة يونج فكانت المسافة بين الفتحتين المستطيلتين = 2mm وكانت المسافة بينهما وبين الحائل المعد لإستقبال الهدب = 1m إحسب:

❶ المسافة بين هدبتين متتاليتين من نفس النوع

❷ تردد موجة هذا الضوء علما بأن سرعة الضوء في الهواء $3\times10^{8}$m **[$6\times10^{14}$Hz ، $2.5\times10^{-4}$m ]**

****************************************************************************

٢٢- ( الأزهر ٢٠٠٣) في تجربة الشق المزدوج ليونج كانت المسافة بين الفتحتين 0.15mm وكانت المسافة بين الشق والحائل المعد لاستقبال الهدب 0.75m وكان تردد الضوء المستخدم $5\times10^{14}$ Hz وسرعته $3\times10^{8}$ m/s أوجد المسافة بين هدبتين متتاليتين من نفس النوع **[ $3\times10^{-3}$ m ]**

****************************************************************************

٢٣- (ث . ع ٢٠٠٣) في تجربة الشق المزدوج ليونج كانت المسافة بين الفتحتين المستطيلتين الضيقتين 2mm وكانت المسافة بين الشق والحائل لاستقبال الهدب 120cm وكانت المسافة بين هدبتين مضيئتين متتاليتين 3mm احسب الطول الموجي للضوء المستخدم أحادي اللون بالأنجستروم **[ 5000A° ]**

****************************************************************************

٢٤- ( الأزهر ٢٠٠٣) في إحدى التجارب لإيجاد الطول الموجي باستخدام تجربة الشق المزدوج ليونج كانت المسافة بين الشق المزدوج والحائل المعد لإستقبال الهدب = 1m وسجلت النتائج بين هدبتين متتاليتين من نوع واحد (Δy) ومقلوب المسافة بين فتحتى الشق المزدوج $\frac{1}{d}$ :

| $\Delta y\times10^{-3}$ (m) | 12 | 15 | 24 | 30 | 48 | a |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $\frac{1}{d}\times10^{4}(m^{-1})$ | 2 | 2.5 | 4 | b | 8 | 10 |

أرسم علاقة بيانية بين (Δy) على المحور الرأسي ، $\frac{1}{d}$ على المحور الأفقي ومن الرسم أوجد:

❶ قيمة a,b

❷ الطول الموجي للضوء أحادى اللون المستخدم

**[ $60\times10^{-3}$ , $5\times10^{-4}$ , $6000A^{0}$]**

****************************************************************************

## يمكن استخدام خاصية انكسار الضوء في تفسير ظاهرتي

❶ الانعكاس الكلى ❷ تحليل الضوء الأبيض .

## اولا : الإنعكاس الكلى

❶ عندما ينتقل شعاع ضوئى من وسط أكبر كثافة ضوئية ( كالماء ) إلى وسط أقل كثافة ضوئية ( كالهواء ) فإن الشعاع الضوئى ينكسر مبتعدًا عن العمود مثل الشعاع (م ب).

❷ عند زيادة قيمة زاوية السقوط في الوسط الاكبر كثافة ضوئية تزداد قيمة زاوية الإنكسار في الوسط الاقل كثافة ضوئية مثل الشعاع (م جـ).

❸ عندما تبلغ زاوية السقوط قيمة معينة تصبح زاوية الانكسار أكبر قيمة لها وتساوى $90^0$ أى يخرج الشعاع المنكسر موازياً للسطح الفاصل ، ويطلق على زاوية السقوط في هذه الحالة الزاوية الحرجة ($\phi_c$) مثل الشعاع (م د)



❹ عند زيادة قيمة زاوية السقوط عن الزاوية الحرجة فإن الشعاع لا ينفذ إلى الوسط الأقل كثافة ضوئية وإنما ينعكس انعكاساً كلياً فى الوسط الأكبر كثافة ضوئية ويطلق على هذه الظاهرة الانعكاس الكلى مثل الشعاع ( م هـ )

### الزاوية الحرجة بين وسطين ( $\phi_c$ )

زاوية سقوط في الوسط الأكبر كثافة ضوئية تقابلها زاوية إنكسار في الوسط الأقل كثافة ضوئية تساوي $90^o$

### الانعكاس الكلى

انعكاس الشعاع الضوئى داخل الوسط الاكبر كثافة ضوئية عندما تكون زاويه سقوطه أكبر من الزاوية الحرجة بين الوسطين .

## شروط حدوث الإنعكاس الكلي

❶ سقوط الأشعة من وسط أكبر كثافة ضوئية إلى وسط أقل كثافة ضوئية.

❷ أن تكون زاوية السقوط أكبر من الزاوية الحرجة بينهما.

## استنتاج العلاقة بين جيب الزاوية الحرجة ومعامل الإنكسار لوسط

بتطبيق قانون سنل $n_1 \sin\phi = n_2 \sin\theta$

$$\because \Phi = \phi_c \quad , \quad \theta = 90^0$$

$$\therefore n_1 \sin\phi_c = n_2 \sin 90^0$$

$$\therefore \sin\Phi_C = \frac{n_2}{n_1} = {}_1n_2$$

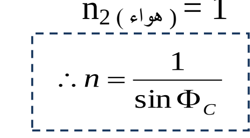
$$\sin\phi_c = \frac{n_{\text{أقل}}}{n_{\text{أكبر}}} = n_{\text{أقل}\ \text{أكبر}} = \frac{1}{n_{\text{أقل}\ \text{أكبر}}}$$

وعندما يكون الوسط الأقل كثافة ضوئية هو الهواء فإن:

$$n_{2\,(\text{هواء})} = 1 \quad , \quad n_1 = n$$

$$\therefore \sin\Phi_C = \frac{1}{n}$$

حيث n معامل الانكسار المطلق للوسط الأكبر كثافة ضوئية



$$\therefore n = \frac{1}{\sin\Phi_C}$$

**معامل الإنكسار المطلق لوسط = مقلوب جيب الزاوية الحرجة لهذا الوسط.**

**أي أن**
الزاوية الحرجة لوسط مع الهواء تتوقف على معامل الانكسار المطلق للوسط ( تناسباً عكسياً ) بينما تتوقف الزاوية الحرجة بين وسطين على معامل انكسار الضوء لكل من المادتين .

| العلاقة بين | الشكل البياني | القانون المستخدم ودلالة الميل |
|---|---|---|
| معامل الإنكسار المطلق (n) ومقلوب جيب الزاوية الحرجة ($\sin\phi_c$) | n ، $\frac{1}{\sin\Phi_c}$ | $n = \frac{1}{\sin\phi_c}$ <br> Slope = n $\sin\phi_c$ = 1 |

**ما معنى أن : الزاوية الحرجة للماء بالنسبة للهواء = $49^o$**
جـ: معنى ذلك أن زاوية سقوط الأشعة الضوئية في الماء= $49^0$ تقابلها زاوية إنكسار في الهواء = $90^o$ .
**أو** معامل الانكسار المطلق للوسط = $\frac{1}{\sin 49}$

| م | علل لما يأتى | الإجابة |
|---|---|---|
| ١ | الضوء الذي ينبعث من تحت سطح الماء يحتمل عدم رؤيته في الهواء | يحدث ذلك عندما يسقط الضوء علي سطح الماء بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة فيحدث له إنعكاس كلي. |
| ٢ | الماس شديد التألق بالنسبة إلى الزجاج. | لأن معامل إنكسار الماس كبير وتكون الزاوية الحرجة داخله صغيرة ( $24^o$ ) لذلك يعاني الشعاع الضوئي الداخل إلى الماس عدة انعكاسات كلية مما يسبب تألق قطعة الماس بينما في حالة الزجاج الزاوية الحرجة ( $42^o$ ) فلا تحدث إنعكاسات كلية فلا يتألق . |
| ٣ | تزداد قيمة الزاوية الحرجة بين وسطين كلما قل الفرق بين معاملي الإنكسار لهما. | لأن $\sin\Phi_C = \frac{n_2}{n_1}$ وبالتالي كلما قل الفرق بين $n_1$ , $n_2$ يعني أن النسبة $\frac{n_2}{n_1}$ تزداد وبالتالي تزداد الزاوية الحرجة. |

**س ( ث ع ٢٠٠٨ ) عند وضع مصدر ضوئي أزرق في مركز مكعب مصمت من الزجاج تظهر بقعة مضيئة دائرية علي حائل أمام المكعب . وإذا استبدل مصدر الضوء الأزرق بأخر أحمر ظهرت البقعة المضيئة مربعة الشكل**

$n_{وسط} = \frac{1}{\sin\phi_c} = \frac{C}{\upsilon\lambda}$ حيث أن معامل الإنكسار يتناسب عكسيا مع الطول الموجي وكذلك معامل الإنكسار يتناسب عكسيا مع الزاوية الحرجة نجد أن الطول الموجي يتناسب طرديا مع الزاوية الحرجة وحيث أن الطول الموجي للضوء الأزرق صغير فتكون الزاوية الحرجة له صغيرة وبالتالي يحدث إنعكاس كلي لأشعة اللون الأزرق قبل وصولها إلى الأحرف الجانبية للمكعب فتظهر البقعة المضيئة دائرية الشكل، بينما في حالة الضوء الأحمر الطول الموجي له كبير وكذلك الزاوية الحرجة كبيرة فلا يحدث إنعكاس كلي للأشعة فتستطيع الوصول إلى الأحرف الجانبية للمكعب فتظهر البقعة المضيئة مربعة الشكل .

# أمثلة محلولة

**١) مكعب زجاجي مصمت طول ضلعه 12cm ويواجه كل وجه من أوجهه حائل أبيض ، وضع عند مركز المكعب مصباح صغير يعطي ضوء أزرق معامل إنكسار مادة الزجاج للضوء الأزرق = 1.5 ، إحسب نصف قطر دائرة الضوء الخارج من المصباح والمتكونة على كل حائل ، وإذا كان المصباح يعطي ضوء أحمر معامل إنكسار مادة الزجاج لـه = 1.2 ماذا تتوقع أن يكون شكل الضوء الخارج من وجه المكعب والواقع على الحائل الأبيض.**

الحل

| في حالة الضوء الأحمر | في حالة الضوء الأزرق |
|---|---|
| $\because \sin\phi_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{1.2} \Rightarrow \therefore \phi_c = 56°,$ <br> $\because \tan\phi_c = \frac{r}{6} \Rightarrow \therefore r = 6\times\tan 56$ <br> $\therefore r = 9cm \Rightarrow \therefore 2r = 2\times 9 = 18cm$ | $\because \sin\phi_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{1.5}, \Rightarrow \therefore \phi_c = 41.8°$ <br> $\because \tan\phi_c = \frac{r}{6}, \Rightarrow \therefore r = 6\times\tan 41.8$ <br> $\therefore r = 5.36cm$ |

مما سبق نلاحظ ان الضوء الازرق لم يستطيع ان يصل الى احرف المكعب الداخليه حيث ان r أقل من 6cm وحدث الانعكاس الكلى فظهرت البقعة دائرية على الحائل وعند استبدال الضوء الازرق بضوء احمر ذو طول موجى اكبر وزاويه حرجة اكبر زادت المسافة واصبحت 9cm فاستطاع الضوء الاحمر الوصول لاحرف المكعب وظهرت البقعة مستطيلة .

**********************************************************************

**٢) إذا كان معامل الانكسار المطلق لكل من الزجاج والماء 1.6 و 1.33 على الترتيب احسب ❶ الزاوية الحرجة لكل منهما . ❷ الزاوية الحرجة للضوء الساقط من الزجاج الى الماء .**

الحل

$$\sin\phi_c)_{زجاج} = \frac{1}{n_{زجاج}} = \frac{1}{1.6} = 0.625 \Rightarrow \phi_c = 38.68^0$$

$$\sin\phi_c)_{ماء} = \frac{1}{n_{ماء}} = \frac{1}{1.33} = 0.7519 \Rightarrow \phi_c = 48.75^0$$

$$\sin\phi_c = \frac{n_{أقل}}{n_{أكبر}} = \frac{n_{ماء}}{n_{زجاج}} = \frac{1.33}{1.6} = 0.83$$

$$\phi_c = 56.23^0$$

**********************************************************************

**٣) إذا كانت الزاوية الحرجة للماء بالنسبة للهواء $48.12^0$ والزاوية الحرجة للزجاج بالنسبة للهواء $41^0$ فما هى الزاوية الحرجة بين الزجاج والماء ؟**

الحل

$$\sin\phi_{C\ الزجاج} = \frac{1}{n_1} \Rightarrow n_1 = \frac{1}{\sin\phi_C}$$

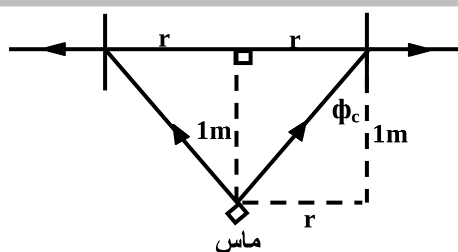
$$\sin\phi_{C\ الهواء} = \frac{1}{n_2} \Rightarrow n_2 = \frac{1}{\sin\phi_C}$$

$$\sin\phi_C = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{\sin 48.12} \div \frac{1}{\sin 41} = 0.88$$

$$\phi_C = 61.64^0$$

**********************************************************************

**٤) وضعت قطعة من الماس في قاع حوض بـه ماء على عمق 1m أحسب أصغر قطر لقرص من الفلين يطفو على سطح الماء فوق قطعة الماس بحيث يكفي لحجب الضوء النافذ من سطح الماء والمنبعث من قطعة الماس (علما بأن معامل الإنكسار المطلق للماء $\sqrt{2}$ )**




الحل

يلاحظ من الرسم أن الشعاع لا ينفذ خارج الماء عند سقوطه بزاوية تساوي الزاوية الحرجة

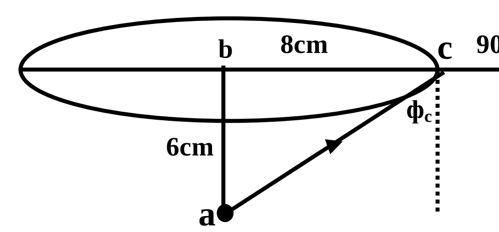
$$\because \sin\phi_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \therefore \phi_c = 45°,$$

$$\because \tan 45 = \frac{r}{1} \Rightarrow \therefore r = 1m$$

∴ القطر = 2m

******************************************************************

**٥) مصباح موضوع في سائل بحيث يبعد عن سطح السائل بمسافة عمودية قدرها 6cm فإذا كان نصف قطر أصغر قرص يكفي لحجب كل ضوء المصباح هو 8cm إحسب معامل الإنكسار المطلق للسائل.**




الحل

∵ أصغر قرص يكفي لحجب جميع الأشعة الضوئية التي تنفذ من المصباح إلى الهواء نصف قطره = 8cm فيكون الشعاع الذي يخرج منطبقا على السطح الفاصل ولا ينفذ إلى الهواء (بدون إستخدام القرص) تكون زاوية سقوطه هي ϕc

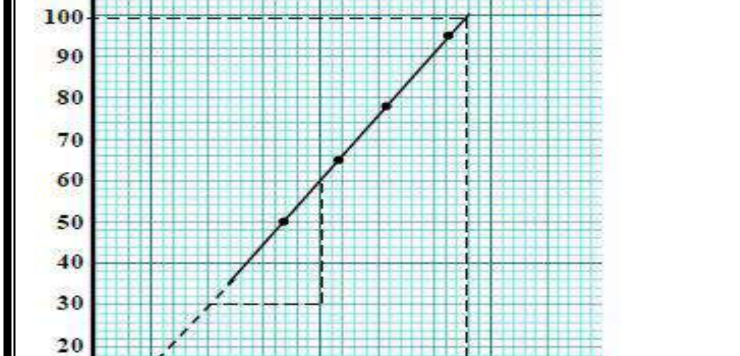
$$\because ac = \sqrt{(ab)^2 + (bc)^2} \Rightarrow \therefore ac = \sqrt{36+64} = 10cm, \because \sin\phi_c = \frac{bc}{ac} = \frac{8}{10}, \because n = \frac{1}{\sin\phi_c} = \frac{10}{8} = 1.25$$

******************************************************************

**٦) ( ث . ع ١٩٩٦ ) الجدول التالي يعطي قيمة (sinϕ) ، (sinθ) المقابلة لها حيث ϕ تمثل زاوية السقوط في الهواء ، θ تمثل زاوية إنكسار الضوء في الوسط المادي :**

| sinϕ | 0 | 0.35 | 0.5 | 0.65 | 0.77 | 0.87 | 0.95 | 0.99 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| sinθ | X | 0.23 | 0.33 | 0.43 | 0.51 | 0.58 | 0.63 | y |

**أرسم علاقة بيانية بين (sinϕ) على المحور الرأسي، (sinθ) على المحور الأفقي ومن الرسم أوجد: ❶ قيمة كل من x,y ❷ قيمة معامل إنكسار مادة الوسط. ❸ جيب الزاوية الحرجة لهذا الوسط**




الحل

(١) من الرسم :

- قيمة x = 0
- قيمة y = 0.66

(٢) يمكن حساب معامل الانكسار كما يلي :

$$\text{الميل} = \frac{0.65-0.35}{0.43-0.23} = \frac{0.3}{0.2} = 1.5$$

$$\text{الميل} = \frac{\sin\phi}{\sin\theta} = n = 1.5$$

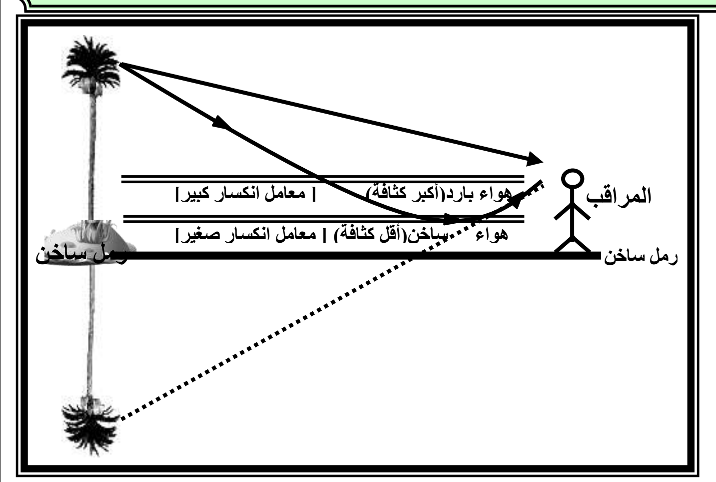
(٣) جيب الزاوية الحرجة لهذا الوسط $= \frac{1}{slope} = \frac{1}{1.5} = 0.66$

******************************************************************

# تطبيقات على الإنعكاس الكلى للضوء

❶ السراب ❷ الألياف الضوئية (البصرية ). ❸ المنشور العاكس .

## ١- السراب




**تعريفه**: هو ظاهرة طبيعية تحدث وقت الظهيرة في المناطق شديدة الحرارة مثل الصحراء او الطرق المرصوفة وترى فيها الأجسام كما لو كانت منعكسة على سطح الماء حيث ترى للنخيل او التلال صور مقلوبة .

**تفسيره**:

❶ في الأيام شديدة الحرارة تسخن الأرض ثم تسخن طبقات الهواء الملامسة لسطح الأرض بحيث ترتفع درجة حرارتها وتقل كثافتها ويكون معامل الإنكسار لها صغير، بينما طبقات الهواء البعيدة عن سطح الأرض تكون درجة حرارتها منخفضة وتكون كثافتها كبيرة ومعامل الإنكسار لها كبير.

❷ الشعاع الضوئي الصادر من قمة نخلة بعيدة ينتقل من طبقة هواء معامل الإنكسار لها كبير إلى طبقة هواء معامل الإنكسار لها صغير فينكسر هذا الشعاع مبتعدا عن العمود المقام.

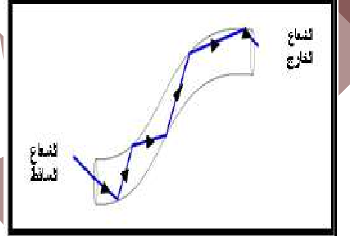
❸ يستمر إنكسار الشعاع نتيجة انتقاله بين طبقات الهواء المتتالية ويزداد إنحرافه ، وعندما تصبح زاوية سقوط الشعاع في إحدى الطبقات أكبر من الزاوية الحرجة بالنسبة للطبقة التي تحتها فإن الشعاع الضوئي ينعكس إنعكاسا كليا متخذا مسارا منحنيا إلى أعلى حتى يصل إلى العين التي ترى صورة قمة النخلة على امتداد الشعاع الذي يصلها.(وهذا يفسر رؤية صورتها مقلوبة فيظن المراقب أن هناك ماء)

## ٢- الألياف الضوئية ( البصرية )

**تركيبها** : قضيب مصمت رفيع من مادة مرنة شفافة ، ويمكن تجميعها فى حزم مكونة من آلاف الالياف .

**تعريفها** : "هي عبارة عن أنبوبة رفيعة من مادة شفافة مثل ( البلاستيك – أو الزجاج) إذا دخل الضوء من أحد طرفيه فإنه يعانى عدة انعكاسات كلية متتالية حتى يخرج من طرفها الآخر "

**فكرة عملها** : عند سقوط شعاع ضوئى على أى من الجدار الداخلى لليفة الضوئية بزاويه سقوط أكبر من الزاوية الحرجة يلقى هذا الشعاع انعكاسات كلية متتالية حتى يخرج من الطرف الآخر ، دون فقد يذكر في الشدة الضوئية ، وذلك على رغم من انثناء هذه الليفة .




**إستخداماتها**:

❶ الوصول الى أماكن يصعب توصيل الضوء اليها .
❷نقل الضوء في مسارات منحنية بدون فقد يذكر في الشدة الضوئية .
❸ تستخدم في الفحوص الطبية مثل المناظير الطبية والتى تستخدم في :-
- الفحص والتشخيص
- إجراء العمليات الجراحية باستخدام الليزر .

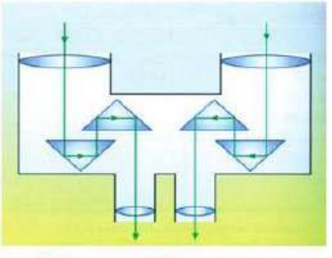
❹ الإتصالات الكهربية عن طريق تحميل الضوء لملايين الإشارات الكهربية في كابلات من الألياف الضوئية .

| م | علل لما يأتى | الإجابة |
|---|---|---|
| ١ | يمكن إستخدام الألياف الضوئية في نقل الضوء | لأن الليفة الضوئية معامل إنكسارها كبير نسبيا فتكون الزاوية الحرجة لها صغيرة لذا تحدث إنعكاسات كلية متتالية للأشعة الضوئية المارة خلالها حتى تخرج من الطرف الآخر دون فقد يذكر في الطاقة الضوئية. |
| ٢ | تستخدم الليفة الضوئية في المناظير الطبية | |
| ٣ | يفضل أن تغطى الليفة بطبقة خارجية من نوع من الزجاج معامل إنكساره أقل من زجاج قلب الليفة | حتى تعمل الطبقة الخارجية على عكس الضوء المتسرب من الطبقة الأولى إنعكاسا كليا للداخل مرة أخرى وبذلك نحافظ على شدة الضوء المنقول بواسطة الليفة. |

# ٣- المنشور العاكس

## التركيب

" هو منشور ثلاثي من الزجاج قاعدته على شكل مثلث قائم الزاوية ومتساوي الساقين زواياه $(90^o, 45^o, 45^o)$" و معامل انكساره 1.5 والزاوية الحرجة له = $42^o$ و مغطى بطبقة من الكريوليت.



جـ استخدام المنشور فى منظار الميدان

## الاستخدام

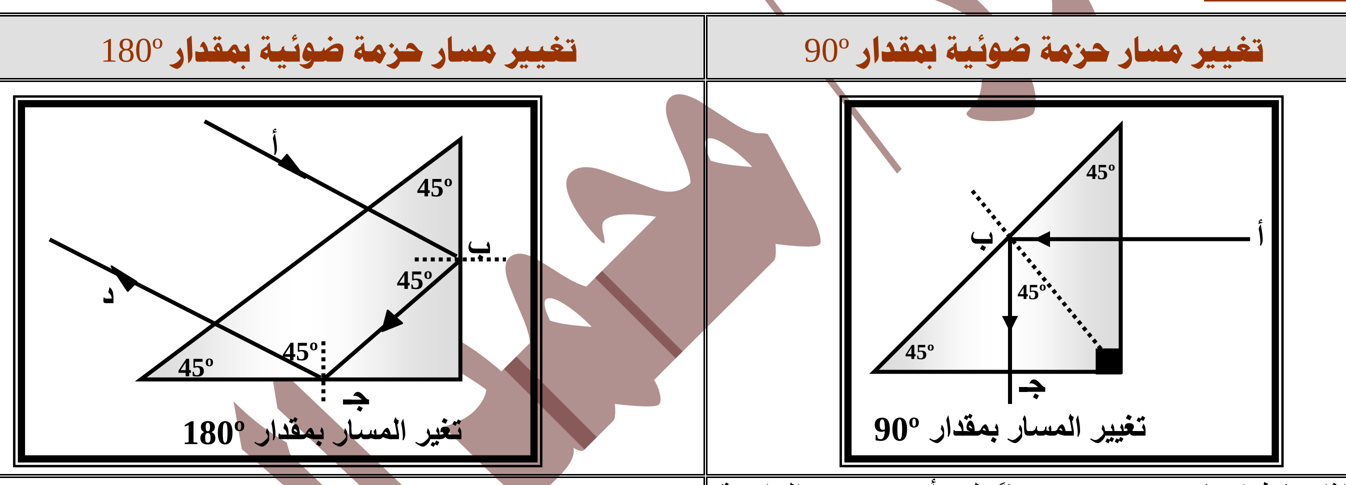
❶ إضاءة الأدوار التى تنخفض مستوياتها عن سطح الأرض ( البدرومات ) .

❷ تغيير مسار حزمة ضوئية بمقدار $90^o$ أو $180^o$ لذلك يستخدم في بعض الآلات البصرية مثل

- فى منظار الغواصة ( البيروسكوب ) ليتمكن بحارة الغواصة و هو أسفل سطح الماء من رؤية السفن العائمة على السطح .
- فى مناظير الميدان .

## كيفية عمله

| تغيير مسار حزمة ضوئية بمقدار $90^o$ | تغيير مسار حزمة ضوئية بمقدار $180^o$ |
|---|---|
| إذا سقط شعاع ضوئي عمودياً على أحد وجهي الزاوية القائمة مثل الشعاع (أب) فإنه ينفذ على إستقامته ثم يسقط على الوجه المقابل للقائمة بزاوية سقوط = $45^o$ [ وهي أكبر من الزاوية الحرجة من الزجاج بالنسبة للهواء $42^o$ ] لذلك ينعكس الشعاع إنعكاساً كلياً وينفذ في الإتجاه (ب جـ) وبذلك يتغير مساره بمقدار $90^o$ . | إذا سقط شعاع ضوئي عمودياً على الضلع المقابل للزاوية القائمة فإنه ينعكس إنعكاساً كلياً مرتين عند (ب،جـ) وبذلك يتغير مساره بمقدار $180^o$. |




| م | علل لما يأتى | الإجابة |
|---|---|---|
| ١ | يفضل المنشور العاكس عن السطح المعدني العاكس ( المرآه ) في بعض الأجهزة البصرية . | لأن المنشور العاكس يعكس الضوء إنعكاساً كلياً ولا يوجد سطح عاكس تبلغ كفاءته 100% . كما أن السطح العاكس تقل كفاءته عندما يفقد بريقه وهو ما لا يحدث في المنشور . |
| ٢ | تغطى أوجه المنشور العاكس بطبقة رقيقة من مادة غير عاكسة معامل إنكسارها أقل من معامل إنكسار الزجاج مثل الكريوليت ( فلوريد الألومنيوم وفلوريد الماغنسيوم ) | لتجنب الفقد الحادث في الأشعة الضوئية عند دخولها أو خروجها من المنشور فتزداد كفاءة المنشور . |

## ثانياً : تحليل الضوء الأبيض

- عند سقوط حزمة ضوء أبيض على منشور ثلاثى فى وضع معين فإن الضوء الخارج من المنشور يتفرق الى ألوان الطيف .
- يوجد نوعان من المنشور الثلاثى :

❶ المنشور العادي . ❷ المنشور الرقيق

وفيما يلي سنتناول كل منهما بشيء من التفصيل .

## ١- المنشور العادي

### تجربة عملية : لتعيين مسار شعاع ضوئي خلال منشور ثلاثي زجاجي واستنتاج قوانين المنشور

**الأدوات المطلوبة:**

(١) منشور ثلاثي من الزجاج زاوية رأسه $60^o$ . (٢) دبابيس .
(٣) منقلة . (٤) مسطرة .

**خطوات العمل**

❶ ضع المنشور على ورقة بيضاء وحدد قاعدته المثلثة بالقلم الرصاص .
❷ ابعد المنشور وارسم خطا (ab) مائلا على أحد وجهي المنشور يمثل شعاعا ساقطا بزاوية سقوط معينة .
ثبت دبوسين ( 1 , 2 ) على الخط ab .
انظر من الجانب المقابل للشعاع الساقط ، ثبت دبوسين ( 3 , 4 ) بحيث يكونا على استقامة واحدة مع صورة الدبوسين ( 1 , 2 ) .
ارسم خط مستقيم (cd) يصل بين الدوسين ( 3 , 4 ) وسطح المنشور يمثل الشعاع الخارج .
❷ ارفع المنشور و صل (bc) فيكون مسار الشعاع الضوئي هو (abcd) من الهواء إلى الزجاج إلى الهواء مرة ثانية.
❸ مد الشعاع الخارج (cd) على استقامته حتى يقابل امتداد الشعاع الساقط (ab) فتكون الزاوية الحادة المحصورة بينهما هي زاوية الإنحراف (α)
❹ نقيم عمودا عند نقطة السقوط على السطح الفاصل ونقيس بالمنقلة كلا ($\phi_1$) و ($\theta_1$) و($\phi_2$) و ($\theta_2$) و (α).
❺كرر الخطوات السابقة عدة مرات مع تغيير زاوية السقوط ($\phi_1$) وفي كل مرة ودون النتائج في جدول كالآتى :

| زاوية السقوط الأولى ($\phi_1$) | زاوية الإنكسار($\theta_1$) | زاوية السقوط الثانية ($\phi_2$) | زاوية الخروج ($\theta_2$) | زاوية الإنحراف (α) | زاوية رأس المنشور (A) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |

**نلاحظ من الجدول أن**

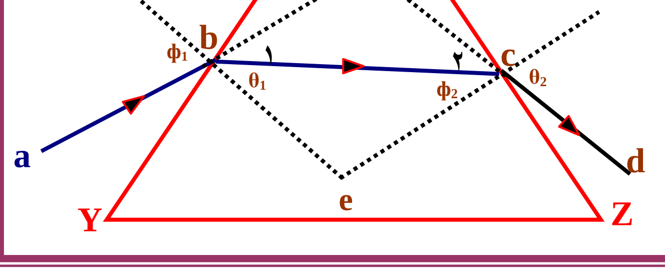
❶مجموع قيم $\theta_1$ و $\phi_2$ قيم ثابته وتساوى A ومنها يمكن استنتاج أن $A = \theta_1 + \Phi_2$

❷مجموع قيم $\theta_2$ و $\phi_1$ مطروحا ً منهم A قيم ثابتة وتساوى α ومنها يمكن استنتاج أن $\alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$

**زاوية رأس المنشور (A)**
الزاوية المحصورة بين وجهى المنشور أحدهما يدخل فيه الشعاع الضوئى والآخر يخرج منه الشعاع الضوئى .

**تعريف زاوية الانحراف (α)**
الزاوية الحادة المحصورة بين امتدادي الشعاعين الساقط والخارج في المنشور الثلاثى.

**ما معنى أن زاوية الإنحراف في المنشور الثلاثي تساوي $32^o$**
معنى ذلك أن الزاوية الحادة المحصورة بين امتدادي الشعاع الساقط على أحد وجهي المنشور والشعاع الخارج من الوجه الآخر تساوي $32^o$.




# استنتاج قوانين المنشور نظرياً أو رياضياً

## القانون الاول

من هندسة الشكل :

∵ الشكل (bxce) رباعي دائري

( أى أن مجموع أى زاويتين متقابلتين = 180° )

$\therefore \hat{A} + \hat{e} = 180$ --------(1)

∵مجموع زوايا المثلث (bec) = 180°

$\therefore \hat{\theta}_1 + \hat{\phi}_2 + \hat{e} = 180° ------(2)$

من العلاقتين ١ ، ٢

$\therefore \hat{A} + \hat{e} = \hat{\theta}_1 + \hat{\phi}_2 + \hat{e}$

$$A = \theta_1 + \Phi_2$$

**********************************************************************

## القانون الثاني

∵ زاوية الإنحراف (α) زاوية خارجة للمثلث (bMc)

$\therefore \alpha = \hat{1} + \hat{2} ----(1), \because \phi_1 = \hat{1} + \theta_1 \Rightarrow \therefore \hat{1} = \phi_1 - \theta_1 ----(2)$

$\because \theta_2 = \hat{2} + \phi_2 \Rightarrow \therefore \hat{2} = \theta_2 - \phi_2 ----(3)$

بالتعويض من ٢ ، ٣ في ١

$\therefore \alpha = \phi_1 - \theta_1 + \theta_2 - \phi_2, \therefore \alpha = \phi_1 + \theta_2 - (\theta_1 + \phi_2)$

$\because A = \theta_1 + \phi_2$

$$\alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$$

**********************************************************************

## القانون الثالث

❶ نعمل جدول بين قيم $\sin\varphi_1$ وقيم $\sin\theta_1$ ونمثلهما بيانيا بوضع قيم $\sin\varphi_1$ على المحور الرأسي وقيم $\sin\theta_1$ على الأفقي ونقوم برسم خط يمر بأكثر عدد من النقاط ونحدد الميل

| العلاقة بين | الشكل البياني | دلالة الميل |
|---|---|---|
| جيب زاوية السقوط الاولى ($\sin\varphi_1$) وجيب زاوية الانكسار الاولى ($\sin\theta_1$) | $\sin\varphi_1$ ، $\sin\theta_1$ | Slope = $\frac{\Delta \sin\phi_1}{\Delta \sin\theta_1} = n$ |

❷ ونقوم بعمل جدول أخر بين قيم $\sin\varphi_2$ وقيم $\sin\theta_2$ ونمثلهما بيانيا بوضع قيم $\sin\varphi_2$ على المحور الرأسي وقيم $\sin\theta_2$ على الأفقي ونقوم برسم خط يمر بأكثر عدد من النقاط ونحدد الميل

| العلاقة بين | الشكل البياني | دلالة الميل |
|---|---|---|
| جيب زاوية السقوط الثانية ($\sin\theta_2$) وجيب زاوية الانكسار الثانية ($\sin\varphi_2$) | $\sin\theta_2$ ، $\sin\varphi_2$ | Slope = $\frac{\Delta \sin\theta_2}{\Delta \sin\phi_2} = n$ |

**نستنتج مما سبق**

$$n = \frac{\sin\Phi_1}{\sin\theta_1} = \frac{\sin\theta_2}{\sin\Phi_2}$$

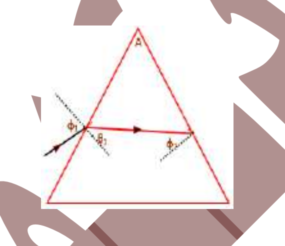
## لتتبع مسار شعاع ضوئى يسقط على منشور ثلاثى يجب :

❶ معرفة معاملات الانكسار n والزاوية الحرجة $\Phi_c$ .
❷ عند كل نقطة سقوط نقيم عمود على السطح الفاصل .
❸ تحديد زاوية السقوط بين الشعاع الساقط والعمودى على الفاصل .

### زاوية السقوط الاولى ( $\Phi_1$ )

**$\Phi_1 > 0$**

ينكسر الشعاع داخل المنشور ويسقط على الوجه المقابل

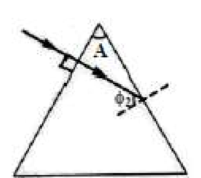


**وتكون**

$$A = \phi_1 + \theta_1 \quad , \quad n = \frac{\sin\phi_1}{\sin\theta_1}$$

**$\Phi_1 = 0$ ( سقط الشعاع عمودياً )**

ينفذ الشعاع دون أن يعانى أى انكسار



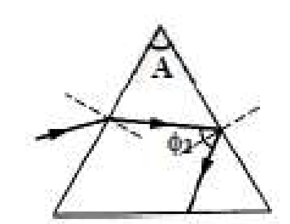

**وتكون**

$$\Phi_1 = \theta_1 = 0 \quad , \quad A = \Phi_2$$

### زاوية السقوط الثانية ( $\Phi_2$ )

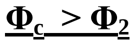
**$\Phi_2 > \Phi_c$ ( الزاوية الحرجة للمنشور )**

ينعكس الشعاع انعكاساً كلياً داخل المنشور .



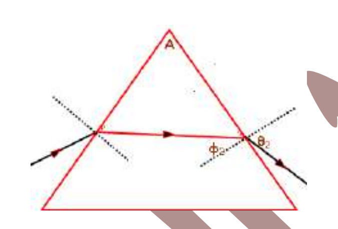

**وتكون**

زاوية السقوط = زاوية الانعكاس



**$\Phi_c > \Phi_2$**

ينكسر الشعاع خارج المنشور مقترباً من السطح الفاصل ( مبتعداً عن العمود )



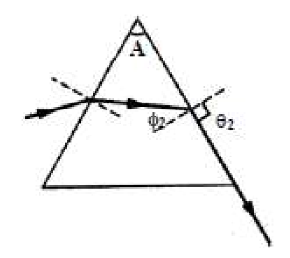

**وتكون**

$$n = \frac{\sin\theta_2}{\sin\phi_2}$$

### زاوية الخروج ( $\theta_2$ )

**$\theta_2 = 90^0$**

يخرج الشعاع مماساً للسطح الفاصل .

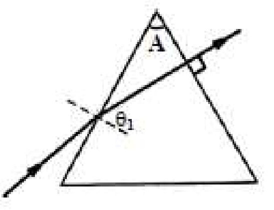



**وتكون**

$$\Phi_2 = \Phi_c \quad , \quad A = \theta_1 + \Phi_C$$

**$\theta_2 = 0$**

يخرج الشعاع عمودياً على الوجه المقابل للمنشور .



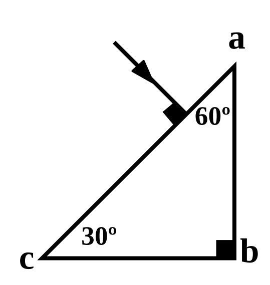

**وتكون**

$$\Phi_2 = \theta_2 = 0 \quad , \quad A = \theta_1$$

**ملحوظة** لو سقط شعاع ضوئى من وسط اقل كثافة ضوئية الى وسط اكبر كثافة ضوئية فلن توجد هناك زاوية حرجة لذا فلو سقط الشعاع بأي زاوية فانه سوف ينكسر مقترباً من العمود ونحصل على زاوية الانكسار من قانون سنل .

# أمثلة محلولة

١ـ ( ث .ع ١٩٩٩ ) سقط شعاع ضوئي عموديا على وجه منشور ثلاثى معامل انكسار مادته 1.5 كما هو موضح بالشكل تتبع مسار الشعاع الضوئى داخل المنشور ثم اوجد زاوية خروجه من المنشور



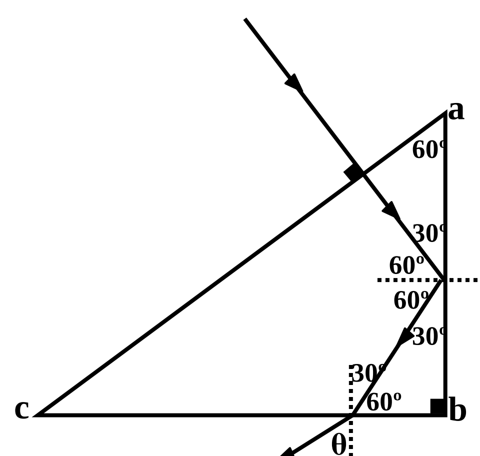

الحل

◈ الشعاع سقط عموديا على الوجه (ac) فإنه ينفذ على استقامته

◈ نحسب قيمة الزاوية الحرجة



$$\sin\phi_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{1.5} = 0.667 \Rightarrow \therefore \phi_c = 41°.8$$




◈ بما أن زاوية سقوط الشعاع على الوجه (ab) = 60° وهي أكبر من الزاوية الحرجة فينعكس الشعاع إنعكاسا كليا وتكون زاوية السقوط = زاوية الإنعكاس = 60°.

◈ بما أن زاوية سقوط الشعاع على الوجه (cb) = 30° وهي أقل من الزاوية الحرجة فيحدث للشعاع إنكسار

◈ وبتطبيق قانون سنل

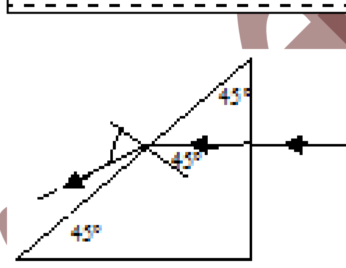
$n_1 \sin \phi = n_2 \sin \theta$ .:1.5 sin30 = 1 sinθ

.: θ = 48° .6

فتكون زاوية الخروج من الوجه (cb) = 48° .6

***

٢ـ منشور ثلاثى وضع داخل حوض من الماء علما بان معامل الانكسار للزجاج = 1.5 ومعامل الانكسار للماء = 1.3 وسقط شعاع كما بالرسم المقابل تتبع مسار الشعاع .




الحل

◈الشعاع سقط عموديا لذا فإنه ينفذ على استقامته .

◈ نحسب قيمة الزاوية الحرجة

$$\sin \phi_c = {}_{أكبر}n_{أقل} = \frac{n_{أقل}}{n_{أكبر}}$$

$$\sin \phi_c = \frac{1.3}{1.5} \Rightarrow \varphi_c = 63^0$$

◈بما أن زاوية سقوط الشعاع على الوجه = 45° وهي أقل من الزاوية الحرجة فيحدث للشعاع إنكسار

◈ وبتطبيق قانون سنل

$n_1 \sin\Phi = n_2 \sin\theta$

.:1.5 sin45 = 1.3 sinθ

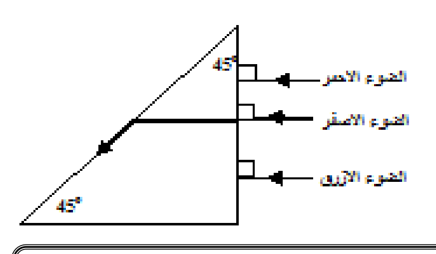
.: θ = 55°

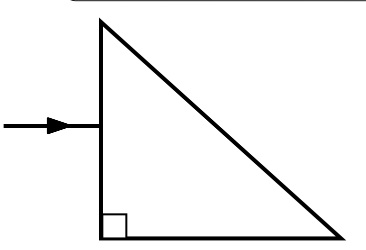
***

فكر وجاوب

منشور عاكس كما بالشكل وسقط عليه شعاع

اصفر ونفذ مماس للوتر تتبع مسار الشعاعين الازرق والاحمر الموضحين بالرسم



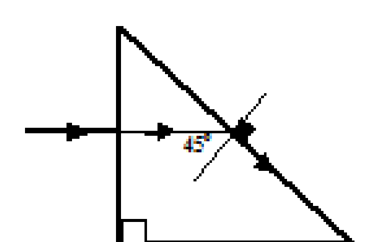


٣- في الشكل المقابل منشور ثلاثي معامل إنكسار مادته = $\sqrt{2}$ سقط شعاع ضوئي عمودياً على أحد ضلعي الزاوية القائمة . تتبع بالرسم مسار الشعاع الضوئي؟ و ما مقدار زاوية خروج الشعاع الضوئي؟

الحل

◈ الشعاع سقط عموديا لذا فإنه ينفذ على استقامته .

◈ نحسب قيمة الزاوية الحرجة



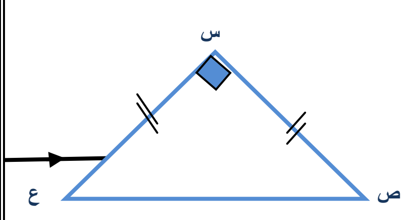

$$\sin \phi_c = n_{أقل} = \frac{n_{أقل}}{n_{أكبر}}$$

$$\sin \phi_c = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \varphi_c = 45^o$$

◈ وبما أن زاوية سقوط الشعاع على الوجه على الوتر = 45° وهي مساوية للزاوية الحرجة فيخرج الشعاع مماساً للوتر أى أن زاوية الخروج للشعاع الضوئة = 90° .

**********************************************************************

٤- ( تجريبي ٢٠١٠ ) تتبع مسار الشعاع الضوئي الساقط على وجه المنشور الزجاجي موازيا للوجه ( ص ع ) كما هو موضح بالشكل حتى يخرج ثم أوجد زاوية خروج الشعاع علما بأن معامل انكسار الزجاج 1.5




الحل

$$\sin\Phi_1 = n \sin \theta_1$$

$$\sin 45 = 1.5 \sin \theta_1$$

$$\theta_1 = 28^o$$

يسقط الشعاع الضوئى على الوجه ص ع بزاوية 73° وهى أكبر من الزاوية الحرجة (41.8°) فينعكس انعكاساً كلياً ليسقط على الوجه س ص بزاوية سقوط 28°

$$n \sin \Phi_2 = \sin \theta_2$$

$$1.5 \sin 28 = \sin \theta_2$$

$$\theta_2 = 45^o$$



**مما سبق يمكن ملاحظة أنه**

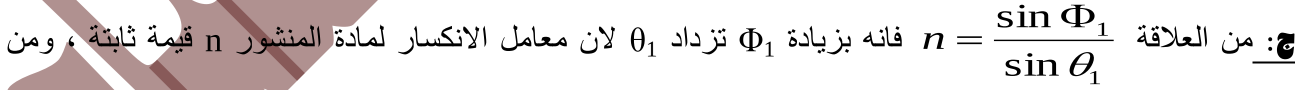
إذا سقط الشعاع موازياً للوتر فى المنشور العاكس يخرج دون انحراف ويستخدم هذا المنشور للحصول على صورة مقلوبة للجسم

**********************************************************************

س ✍ **ما هو تأثير زيادة زاوية السقوط الاولى $\Phi_1$ على زاوية الانكسار الثانية $\theta_2$**



**ج:** من العلاقة $n = \frac{\sin \Phi_1}{\sin \theta_1}$ فانه بزيادة $\Phi_1$ تزداد $\theta_1$ لان معامل الانكسار لمادة المنشور n قيمة ثابتة ، ومن العلاقة $A = \theta_1 + \phi_2$ فانه بزياده $\theta_1$ تقل قيمة الزاوية $\phi_2$ لان زاوية رأس المنشور A أيضا قيمة ثابتة ، ومن العلاقة $n = \frac{\sin \theta_2}{\sin \Phi_2}$ فانه بانخفاض قيمة الزاوية $\phi_2$ تقل $\theta_2$ لان معامل الانكسار لمادة المنشور n قيمة ثابتة

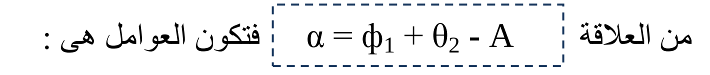


**ومما سبق نستنتج أن** : بزيادة زاوية السقوط الاولى $\Phi_1$ تقل زاوية الانكسار الثانية $\theta_2$

**********************************************************************

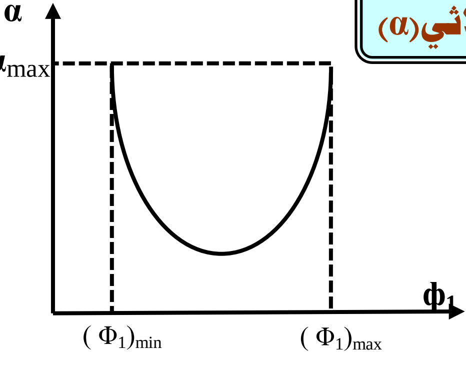
## العوامل التى تتوقف عليها زاوية الانحراف

من العلاقة $\alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$ فتكون العوامل هى :



❶ زاوية السقوط $\Phi_1$
❷ زاوية الرأس A
❸ معامل انكسار مادة المنشور .

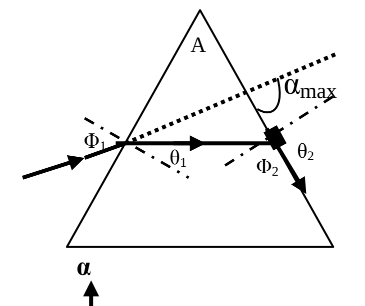
## العلاقة بين زاوية السقوط الاولى ($\phi_1$) وزاوية الانحراف في المنشور الثلاثي ($\alpha$)




❶ ------- $\because \ \alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$

من هذه العلاقة يتبين أنه لنفس المنشور فإن زاوية الانحراف تتوقف على قيمة زاوية سقوط الشعاع( $\phi_1$ ) **لان** زاوية الرأس تكون ثابتة ومعامل الانكسار لمادة المنشور ايضا ثابت .

❷ عند رسم علاقة بيانية بين زوايا سقوط الشعاع وزوايا إنحرافه لنفس المنشورنحصل على الشكل الموضح ويلاحظ فيه حالتان :

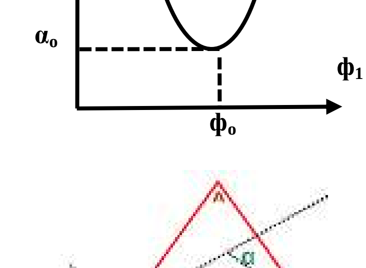



### الحالة الاولى

❶ عند اقل زاوية سقوط أولى $(\Phi_1)_{min}$ تكافئ اكبر زاوية انحراف $\alpha_{max}$.

❷ أقصى زاوية انحراف ( $\alpha_{max}$) تتحقق مرة ثانية عند اكبر زاوية سقوط أولى $(\Phi_1)_{max}$ .

### الحالة الثانية: وضع النهاية الصغرى للإنحراف



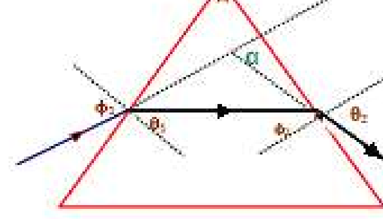

كلما زادت زاوية السقوط الأولى $\Phi_1$ قلت زاوية الانحراف $\alpha$ تدريجيا حتى تصل الى قيمة معينة $\alpha_o$ تسمى النهاية الصغرى للانحراف ويقال ان المنشور فى وضع النهاية الصغرى للانحراف ثم تبدأ زاوية الانحراف فى الزيادة بزيادة زاوية السقوط الأولى.

**مما سبق نلاحظ أن**

❶ قيمة زاوية الانحراف تتحقق مرتان ماعدا $\alpha_o$ تتحقق مرة واحدة فقط ( وضع النهاية الصغرى للانحراف ).

❷ لو المنشور متساوي الأضلاع يصبح الرسم البياني مقسوما نصفين متماثلين متساويين

أما لو مختلف الأضلاع فلا يحدث تماثل .



**خواص (شروط) وضع النهاية الصغرى للانحراف**

عندما يكون المنشور في وضع النهاية الصغرى للإنحراف ( وضع التماثل) فإن :

❶ زاوية السقوط ($\phi_1$) = زاوية الخروج ($\theta_2$).

❷ زاوية الإنكسار($\theta_1$) = زاوية السقوط الثانية ($\phi_2$).

❸الشعاع المنكسر يكون موازيًا لقاعدة المنشور اى يقطع المنشور الى جزئيين متساويين فيطلق عليه وضع التماثل.

### زاوية النهاية الصغرى للانحراف ($\alpha_o$)

أصغر قيمة لزاوية انحراف أشعة الضوء في المنشور وعندها تكون زاوية السقوط تساوى زاوية الخروج .

**📖 ما معنى أن زاوية النهاية الصغرى للإنحراف ($\alpha_o$) في منشور ثلاثي = 25°**

**معنى ذلك** أن أصغر زاوية بين امتدادي الشعاعين الساقط والخارج في المنشور الثلاثي = 25°.

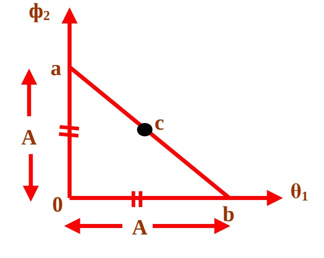
**أو :** أقل زاوية انحراف لأشعة الضوء في هذا المنشور = 25° وعندها تكون زاوية سقوط الاشعة تساوى زاوية الخروج .

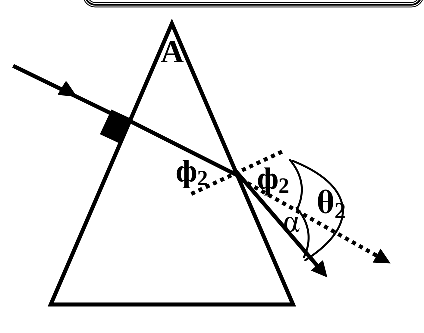
****************************************************************************

### ثانياً : العلاقة بين زاوية السقوط ($\phi_2$) وزاوية الانكسار($\theta_1$ )

$$\because A = \theta_1 + \phi_2$$

فيمكن تمثيل العلاقة بين $\theta_1$ ، $\phi_2$ كما بالشكل المقابل بحيث تمثل :






**النقطة (a)**

❶ $\theta_1 = 0$

وبما أن زاوية الانكسار الاولى = صفر فيكون ايضا زاوية السقوط الاولى = صفر .

وبالتالى $\theta_1 = \Phi_1 = 0$

❷ أى أن الشعاع الضوئي سقط عموديا على أحد أوجه المنشور(كما بالشكل المقابل)

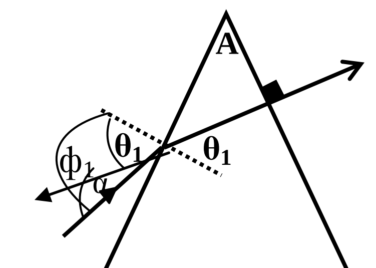
❸ $A = \phi_2$

$\alpha = \Phi_1 + \theta_2 - A$ , $\alpha = \theta_2 - A$

$\alpha = \theta_2 - \phi_2$

❹ زاوية الانحراف تقع خارج المنشور وفى جهة الخروج

**النقطة (b)**




❶فإن $\phi_2 = \theta_2 = 0$

❷ الشعاع الضوئي خرج عموديا على الوجه الثاني (كما بالشكل المقابل)

❸ $\therefore \theta_1 = A$

$\alpha = \varphi_1 - A$

$\alpha = \varphi_1 - \theta_1$

❹ زاوية الانحراف تقع خارج المنشور وفى جهة السقوط

**النقطة (c)**

❶أي عند منتصف (ab) وفيها لأن $\phi_2 = \theta_1 = \frac{A}{2}$ ، ❷ وهي وضع النهاية الصغرى للإنحراف

******************************************************************************

## استنتاج معامل انكسار مادة المنشور فى وضع النهاية الصغرى للانحراف

عندما يكون المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف فإن :

$\theta_1 = \Phi_2 = \theta_o$ , $\Phi_1 = \theta_2 = \Phi_o$

$\therefore \phi_o = \frac{\alpha_o + A}{2}$ , $\therefore \alpha_o = 2\,\Phi_o - A$ , $\therefore \alpha_o = \Phi_o + \Phi_o - A$ , $\alpha_0 = \Phi_1 + \theta_2 - A$

$\therefore \theta_o = \frac{A}{2}$ , $\therefore A = \theta_o + \theta_o$ , $\therefore A = \theta_o + \Phi_2$ , $A = \theta_1 + \Phi_2$

$\because n = \frac{\sin \phi_o}{\sin \theta_o}$

$$\therefore n = \frac{\sin\left[\frac{\alpha_o + A}{2}\right]}{\sin\left[\frac{A}{2}\right]}$$

| العلاقة بين | الشكل البياني | القانون المستخدم ودلالة الميل |
|---|---|---|
| $\sin\left[\frac{\alpha_o + A}{2}\right]$ و $\sin\left[\frac{A}{2}\right]$ في المنشور الثلاثي | (y: $\sin\left[\frac{\alpha_o + A}{2}\right]$ , x: $\sin\left[\frac{A}{2}\right]$) | $n = \frac{\sin\left[\frac{\alpha_o + A}{2}\right]}{\sin\left[\frac{A}{2}\right]}$ Slope = n |

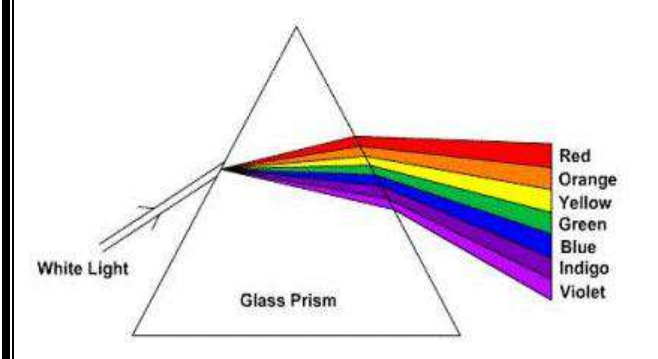
## العوامل التى يتوقف عليها زاوية النهاية الصغرى الإنحراف فى المنشور العادى ( $\alpha_o$ )

❶ معامل الانكسار لمادة المنشور

❷ زاوية رأس المنشور A

# تفريق الضوء بواسطة المنشور الثلاثي

عند سقوط حزمة رفيعة من ضوء أبيض على أحد أوجه منشور ثلاثي مهيأ في وضع النهاية الصغرى للإنحراف فإن الضوء يخرج من المنشور متفرقا إلى سبعة ألوان تسمى " ألوان الطيف" وهي من جهة رأس المنشور إلى قاعدته:
[ أحمر – برتقالي – أصفر – أخضر – أزرق – نيلي – بنفسجي]




## التفسير

❶ كل لون من ألوان الطيف السبعة المكونة للضوء الأبيض له معامل انكسار خاص به .

❷ تتوقف قيمة النهاية الصغرى للانحراف $(\alpha_o)$ على عاملين فقط وهما زاوية رأس المنشور (A) ومعامل انكسار الضوء فيه (n) وحيث أن زاوية رأس المنشور ثابتة فإن تغير معامل الانكسار يتبعه تغير فى قيمة زاوية النهاية الصغرى للانحراف حيث تزداد زاوية $(\alpha_o)$ بزيادة معامل الانكسار (n) وتقل بنقصه $n\alpha\frac{1}{\lambda}$ .

❸حيث أن معامل الانكسار (n) يتوقف على الطول الموجى لذلك نجد أن زاوية النهاية الصغرى للانحراف تتوقف أيضاً على الطول الموجى ( كلما زاد طول الموجة قل معامل الانكسار وقلت زاوية الانحراف ) مما يؤدى :

- **الضوء الأحمر** أقل الأشعة انحرافاً ومعامل الانكسار له صغير وأقل ألوان الطيف ترددا وأكبرها طول موجي.
- **الضوء البنفسجي** أكثر الأشعة انحرافاً ومعامل الانكسار له كبير وأكبر ألوان الطيف ترددا وأقلها طول موجي.

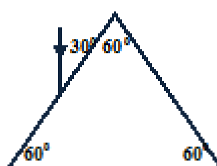
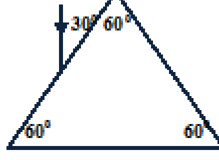
## العوامل التى يتوقف عليها زاوية النهاية الصغرى الإنحراف فى المنشور الثلاثى

❶ معامل انكسار مادة المنشور للضوء الساقط (n) . (علاقة طردية )
❷ الطول الموجى للضوء الساقط (λ) . ( علاقة عكسية )

| م | علل لما يأتى | الإجابة |
|---|---|---|
| ١ | عندما يكون المنشور فى وضع النهاية الصغرى للانحراف تكون زاوية الانكسار الاولى $\theta_1$ تساوى زاوية السقوط الثانية $\Phi_2$. | لأن $\frac{\sin\theta_2}{\sin\Phi_2}=\frac{\sin\Phi_1}{\sin\theta_1}=n$ وعندما يكون المنشور فى وضع النهاية الصغرى للإنحراف فإن $\Phi_1=\theta_2$ لذلك $\theta_1=\Phi_2$ |
| ٢ | عندما يكون المنشور فى وضع النهاية الصغرى للانحراف تكون زاوية السقوط الاولى $\Phi_1$ تساوى زاوية الخروج الثانية $\theta_2$. | |
| ٣ | يعمل المنشور الثلاثي في وضع النهاية الصغرى للانحراف على تحليل الضوء الابيض الى ألوان الطيف . | لأن كل لون من ألوان الطيف له زاوية انحراف تختلف عن باقي الألوان وتتوقف زاوية الانحراف على معامل انكسار مادة المنشور لكل لون تبعاً لتردد اللون أو الطول الموجى له . |
| ٤ | اللون البنفسجي أكبر انحرافاً من اللون الأحمر . | لأن زاوية انحراف أى لون تتناسب طردياً مع تردد اللون وحيث أن تردد اللون البنفسجي أكبر من تردد اللون الأحمر لذلك تكون زاوية انحراف اللون البنفسجي أكبر من زاوية انحراف اللون الأحمر . |
| ٥ | لا يعمل متوازي المستطيلات على تحليل الضوء | لأنه يعمل كمنشورين معكوسين متماثلين يلغي أحدهما تفريق الألوان الحادث بالمنشور الآخر |

# أمثلة محلولة

١ ـ فى الشكل المقابل : إذا كان معامل انكسار مادة المنشور 1.5 تتبع مسار الشعاع الضوئى واوجد زاوية خروجه من المنشور ، وزاوية الانحراف

الحل

$$\sin\theta_1 = \frac{\sin\phi_1}{n} = \frac{\sin 60}{1.5} \Rightarrow \theta_1 = 35.26^0$$

$A = \theta_1 + \Phi_2$ , $60 = 35.26 + \Phi_2$ $\therefore \Phi_2 = 24.74$

$$\sin\phi_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{1.5} \Rightarrow \phi_c = 41.81^0$$

$\because \quad \Phi_2 < \Phi_c$

∴ ينكسر الشعاع ليخرج مقترباً من السطح الفاصل .

$\text{Sin}\ \theta_2 = n \sin\Phi_2 \Rightarrow \theta_2 = 1.5 \times \sin 24.74 = 38.88^0$

$\alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$

$= 60 + 38.88 - 60 = 38.88^0$

**************************************************************************

٢ ـ منشور ثلاثي زاوية رأسه $60^o$ سقط شعاع على أحد جانبيه بزاوية قدرها $45^o$ فإذا كان معامل لإنكسار لمادة المنشور = $\sqrt{2}$ أوجد: ❶ زاوية خروج الشعاع ❷ زاوية إنحراف الشعاع.

الحل

$$\because n = \frac{\sin\phi_1}{\sin\theta_1} \Rightarrow \therefore \sqrt{2} = \frac{\sin 45}{\sin\theta_1} \Rightarrow \therefore \sqrt{2} = \frac{\frac{1}{\sqrt{2}}}{\sin\theta_1} \therefore \sin\theta_1 = \frac{1}{2} \Rightarrow \therefore \theta_1 = 30°$$

$\because A = \theta_1 + \phi_2 \Rightarrow \therefore 60 = 30 + \phi_2 \Rightarrow \therefore \theta_1 = \phi_2$ , $\therefore \phi_2 = 30°$

∴ المنشور في وضع النهاية الصغرى للإنحراف

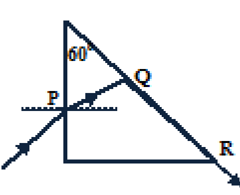


$\therefore \phi_1 = \theta_2 = 45°$

$\therefore \alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$ , $\therefore \alpha = 45 + 45 - 60 = 30°$

**************************************************************************

٣ ـ فى الشكل المقابل :إذا سقط الشعاع الأزرق على أحد أوجه المنشور عند النقطة (P) وكانت زاوية الانكسار $23^0$ ثم سقط على الوجه الآخر عند النقطة (Q) وخرج الشعاع مماساً للسطح QR ، أوجد الزاوية الحرجة للضوء الأزرق ، ومعامل انكسار مادة المنشور للضوء الأزرق .




الحل

$A = \theta_1 + \Phi_2$ , $60 = 23 + \Phi_2$

$\Phi_c = \Phi_2 = 60 - 23 = 37^0$

$$n = \frac{1}{\sin\phi_c} = \frac{1}{\sin 37} = 1.66$$

**************************************************************************

٤ ـ سقط شعاع عمودياً على أحد وجهى منشور ثلاثى زاويه رأسه 300 وخرج عمودياً من الوجه الآخر ، احسب زاوية سقوط الشعاع الضوئى إذا كان معامل انكسار مادة المنشور $\sqrt{3}$ .

الحل

$A = \theta_1 + \Phi_2$ , $30 = \theta_1 + 0$ $\therefore \theta_1 = 30^0$

$$n = \frac{\sin\phi_1}{\sin\theta_1} \Rightarrow \sin\phi_1 = \sqrt{3} \times \sin 30 \Rightarrow \phi_1 = 60^0$$



**************************************************************************

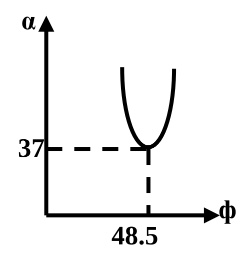
٥ ـ ( ث.ع ٢٠٠١ ) الرسم البياني المقابل يوضح العلاقة بين زوايا سقوط شعاع ضوئي ($\phi_1$) على أحد أوجه منشور ثلاثي وزوايا الإنحراف ($\alpha$) لهذا الشعاع ، من القيم الموضحة على الرسم إحسب:

أ) زاوية خروج الشعاع ب) زاوية رأس المنشور ج) معامل إنكسار مادة المنشور

الحل

(أ) عند وضع النهاية الصغرى للإنحراف تكون :

$\theta_2 = \phi_1 = 48.5°$




(ب)

$\because \alpha_o = 2\phi_1 - A \quad \therefore 37 = 2 \times 48.5 - A$

$\therefore A = 60^o$

(جـ) $n = \dfrac{\sin\left[\dfrac{\alpha_o + A}{2}\right]}{\sin\left[\dfrac{A}{2}\right]} = \dfrac{\sin 48.5}{\sin 30} = 1.5$

************************************************************************

**٦ـ منشور معامل إنكسار مادته $\sqrt{3}$ وزاوية رأسه $30^o$ وعندما سقط على أحد وجهيه شعاع ضوئي بزاوية ما خرج عمودياً على الوجه المقابل ، إحسب زاوية السقوط.**

الحل

$\because$ الشعاع خرج عموديا

$\therefore \phi_2 = \theta_2 = 0 \qquad \therefore \theta_1 = A = 30^o$

$\because n = \dfrac{\sin\phi_1}{\sin\theta_1} \Rightarrow \therefore \sqrt{3} = \dfrac{\sin\phi_1}{\sin 30} \Rightarrow \therefore \phi_1 = 60^o$

************************************************************************

**٧ـ منشور زاوية رأسه $120^o$ مغمور في وسط حوض كبير مملوء بالماء ، إحسب زاوية النهاية الصغرى للإنحراف لشعاع ساقط إذا كان معامل إنكسار مادة المنشور $= \dfrac{8\sqrt{3}}{9}$ ومعامل إنكسار الماء $= \dfrac{4}{3}$**

الحل

$_{\text{ماء}}n_{\text{زجاج}} = \dfrac{n_{\text{زجاج}}}{n_{\text{ماء}}} = \dfrac{8\sqrt{3}}{9} \times \dfrac{3}{4} = \dfrac{2\sqrt{3}}{3}$

$\because {}_1n_2 = \dfrac{\sin\left[\dfrac{\alpha_o + A}{2}\right]}{\sin\left[\dfrac{A}{2}\right]} \Rightarrow \therefore \dfrac{2\sqrt{3}}{3} = \dfrac{\sin\left[\dfrac{\alpha_o + 120}{2}\right]}{\sin 60}$

$\therefore \dfrac{2\sqrt{3}}{3} = \dfrac{2 \times \sin\left[\dfrac{\alpha_o + 120}{2}\right]}{\sqrt{3}} \Rightarrow \therefore \sin\left[\dfrac{\alpha_o + 120}{2}\right] = 1$

$\therefore \dfrac{\alpha_o + 120}{2} = 90^o \Rightarrow \therefore \alpha_o + 120 = 180 \Rightarrow \therefore \alpha_o = 60^o$

************************************************************************

**٨ـ سقط شعاع ضوئي عمودي على أحد أوجه منشور ثلاثي زاوية رأسه $45^o$ فخرج مماسا للوجه المقابل ، أوجد معامل إنكسار مادته . وإذا علمت أن سرعة الضوء فى الهواء $3\times10^8 m/s$ أحسب سرعة الضوء فى المنشور.**

الحل

$\because$ الشعاع سقط عموديا $\quad \therefore \phi_1 = 0 , \theta_1 = 0$

$\because A = \theta_1 + \phi_2 \qquad \therefore \phi_2 = A = 45^o$

$\because$ الشعاع خرج مماسا $\quad \therefore \phi_2 = \phi_c = 45^o$

$\therefore n = \dfrac{1}{\sin\phi_c} = \dfrac{1}{\sin 45} = 1.414$

$n = \dfrac{C}{V} \Rightarrow V = \dfrac{C}{n} = \dfrac{3\times10^8}{1.414} = 2.1\times10^8 m/s$

************************************************************************

**٩ـ منشور ثلاثى زجاجى متساوى الاضلاع سقط على احد جانبيه شعاعان ضوئيان بزاويتى سقوط ( $40^0$ ، $60^0$ ) فكانت زاوية الانحراف واحدة لكل منهما احسب زاوية النهاية الصغرى للانحراف .**

الحل

بما ان المنشور متساوى الاضلاع اذا زاوية A تساوى ٦٠°

$\phi_0 = \dfrac{\phi_1 + \phi_1}{2} = \dfrac{60 + 40}{2} = 50^0$

$\alpha_0 = 2\phi_0 - A = 100 - 60 = 40^0$

************************************************************************

# ثانيا : المنشور الرقيق

**هو منشور ثلاثي مصنوع من مادة شفافة ( مثل الزجاج ) يتوفر فيه الشروط الآتية :**

❶ يكون دائما في وضع النهاية الصغرى للإنحراف. ❷ لا تزيد زاوية رأس المنشور عن 10 درجات.

❸ لا تزيد زاوية السقوط عن 10 درجات .

❹ بما أن زواياه صغيرة جدا فان قيمة الزاوية بالتقدير الدائرى$(\pi/180)$ = جيب الزاوية = ظل الزاوية .

## استنتاج قانون المنشور الرقيق

❶ ∵ المنشور الرقيق دائما في وضع النهاية الصغرى للإنحراف

$$\therefore n = \frac{\sin\left[\frac{\alpha_o + A}{2}\right]}{\sin\left[\frac{A}{2}\right]}$$

❷ ∵ زاوية رأس المنشور صغيرة ∴ جيب هذه الزاوية = قيمتها التقدير الدائري

$$\sin\left[\frac{A}{2}\right] = \left[\frac{A}{2}\right] \quad , \quad \therefore \sin\left[\frac{\alpha_o + A}{2}\right] = \left[\frac{\alpha_o + A}{2}\right]$$

$$\therefore n = \frac{\alpha_o + A}{A} \Rightarrow \therefore nA = \alpha_o + A \Rightarrow \therefore \alpha_o = nA - A$$

$$\alpha_o = A(n-1)$$

## العوامل التي تتوقف عليها زاوية الانحراف$(\alpha_o)$ في المنشور الرقيق

❶ زاوية رأس المنشور (A) .

❷ معامل إنكسار مادة المنشور(n)(طردي).

❸ الطول الموجي للضوء الساقط $(\lambda)$(عكسي)

| العلاقة بين | الشكل البياني | القانون المستخدم ودلالة الميل |
|---|---|---|
| زاوية الإنحراف $(\alpha_o)$ وزاوية الرأس (A) لأكثر من منشور رقيق **من نفس المادة** | $\alpha_o$ ، A | $\alpha_o=A(n-1)$<br>$Slope = \frac{\alpha_o}{A} = n-1$ |
| زاوية الإنحراف $(\alpha_o)$ و (n-1) لأكثر من منشور لهم نفس زاوية الرأس ومختلفين في المادة | $\alpha_o$ ، n-1 | $\alpha_o= A(n-1)$<br>$Slope = \frac{\alpha_o}{n-1} = A$ |
| زاوية الإنحراف $(\alpha_o)$ ومعامل الإنكسار (n) لأكثر من منشور رقيق من مواد مختلفة ولهم نفس زاوية الرأس | $\alpha_o$ ، n ، -A | $\alpha_o = An - A$<br>$Slope = \frac{\alpha_o}{n} = A$ |
| معامل الإنكسار (n) وزاوية الإنحراف $(\alpha_o)$ | n ، 1 ، $\alpha_o$ ، $\alpha_o$ = -A | $n = (\frac{1}{A})\alpha_o + 1$<br>$Slope = \frac{1}{A}$<br>والجزء المقطوع من محور الصادات = ١ |




◄ **لا تتوقف زاوية الإنحراف في المنشور الرقيق على زاوية السقوط**

جـ: لأنه دائما في وضع النهاية الصغرى للإنحراف.

| وجه المقارنة | المنشور العادي | المنشور الرقيق |
|---|---|---|
| **زاوية رأس المنشور (A)** | أكبر من عشر درجات | أقل من أو تساوي عشر درجات |
| **معامل الإنكسار(n)** | $n = \frac{\sin\phi_1}{\sin\theta_1} = \frac{\sin\theta_2}{\sin\phi_2}$ | $n = \frac{\alpha_o + A}{A}$ |
| **زاوية الإنحراف** | $\alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$ | $\alpha_o = A(n-1)$ |
| **وضع النهاية الصغرى للإنحراف** | يكون في وضع النهاية الصغرى فقط عندما $\Phi_1 = \theta_2$ , $\theta_1 = \Phi_2$ ويكون معامل إنكسار مادة المنشور $\therefore n = \frac{\sin\left[\frac{\alpha_o + A}{2}\right]}{\sin\left[\frac{A}{2}\right]}$ | دائما في وضع النهاية الصغرى للإنحراف |
| **أهم الاستخدامات** | **المنشور العاكس**: في بعض الأجهزة البصرية ، مثل منظار الميدان و البيروسكوب الذى يستخدم فى الغواصات **المنشور العادي**: التحليل الطيفي للضوء | تحليل الضوء الأبيض إلى ألوان الطيف السبعة |

## الإنفراج الزاوى

∵ المنشور الرقيق دائمًا في وضع النهاية الصغرى للانحراف

∴ فهو يفرق شعاع الضوء الأبيض الى ألوان الطيف المرئى ، وتتعين :-

❶ زاوية انحراف الضوء الأحمر من العلاقة : $(\alpha_o)_r = A\,(n_r - 1)$

❷ زاوية انحراف الضوء الأزرق من العلاقة : $(\alpha_o)_b = A\,(n_b - 1)$

حيث : $n_r$ معامل إنكسار مادة المنشور للضوء الأحمر، $n_b$ معامل إنكسار مادة المنشور للضوء الأزرق.

$$\therefore (\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r = A(n_b - n_r)$$

يُسمى المقدار [ $(\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r$ ] الانفراج الزاوى بين الشعاعين الأزرق و الأحمر ويمكن تعريفة كالتالى :

**الانفراج الزاوى بين اللونين ( الأحمر والأزرق )**

الزاوية المحصورة بين امتدادى الشعاعين الأزرق والأحمر بعد خروجهما من المنشور

📖 **ما معنى أن : الانفراج الزاوي بين اللونين الأزرق والأحمر** = $3^o$

معنى ذلك أن الزاوية المحصورة بين امتدادي الشعاعين الأزرق والأحمر بعد خروجهما من المنشور = $3^o$

**العوامل التي يتوقف عليها الانفراج الزاوى**

❶زاوية رأس المنشور (A) .

❷معامل إنكسار مادة المنشور لكل من اللونين الأزرق و الأحمر .

**يعتبر الضوء الأصفر هو الذي يتوسط الضوئيين الأزرق والأحمر لذلك فإن :**

**معامل الانكسار المتوسط** : معامل انكسار الضوء الاصفر $(n_y)$ يتعين من العلاقة : $n_y = \frac{n_b + n_r}{2}$

**الانحراف المتوسط :** انحراف الضوء الاصفر $(\alpha_o)_y$ يتعين من العلاقة : $\frac{(\alpha_o)_b + (\alpha_o)_r}{2}$

**معامل الانكسار المتوسط** $(n_y)$

متوسط معاملي انكسار اللونين الأحمر والأزرق

**الانحراف المتوسط** $(\alpha_o)_y$

متوسط انحراف الشعاعين الأحمر والأزرق

************************************************************************

## قوة التفريق اللونى

### استنتاج قوة التفريق اللوني

$\because (\alpha_o)_b = A(n_b - 1)$ ، $\because (\alpha_o)_r = A(n_r - 1)$

$\therefore (\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r = A(n_b - n_r)$

وكذلك بالنسبة لزاوية انحراف الضوء الأصفر ( وسط بين الأزرق والأحمر ) فهى :

$(\alpha_o)_y = A(n_y - 1)$

$\because (\alpha_o)_y$ متوسط $(\alpha_o)_b$ و $(\alpha_o)_r$ ، $(n_y)$ متوسط $(n_b)$ ، $(n_r)$

$$\therefore \omega_\alpha = \frac{(\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r}{(\alpha_o)_y} = \frac{A(n_b - n_r)}{A(n_y - 1)}$$

$$\therefore \omega_\alpha = \frac{n_b - n_r}{n_y - 1}$$

حيث $(\omega_\alpha)$ قوة التفريق اللونى ، ويمكن تعريفها كالتالى :

**قوة التفريق اللونى لمنشور** $(\omega_\alpha)$

هي النسبة بين الانفراج الزاوي بين الشعاعين الأزرق والأحمر الى زاوية إنحراف الضوء الأصفر.

أو هي النسبة بين الانفراج الزاوي بين الشعاعين الأزرق والأحمر إلى الانحراف المتوسط لهما .

📖 **ما معنى أن**: **قوة التفريق اللوني لمنشور رقيق** = 0.8

معنى ذلك أن النسبة بين الانفراج الزاوي بين الشعاعين الأزرق والأحمر للمنشور الى زاوية إنحراف الضوء الأصفر = 0.8

### العوامل التي تتوقف عليها قوة التفريق اللونى للمنشور الرقيق

معامل انكسار مادة المنشور للألوان الأزرق و الأحمر و الأصفر ( لا تتوقف على زاوية رأس المنشور )

************************************************************************

### ملاحظات لحل مسائل المنشور الرقيق

❶ إذا وضع المنشور الرقيق في سائل يكون: $\alpha_o = A(\,_1n_2 - 1) = A\left[\frac{n_{2\,زجاج}}{n_{1\,سائل}} - 1\right]$

❷ إذا وضع منشوران متقابلان وكان : أ) رأساهما في جهة واحدة فتكون $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$

ب) رأساهما متعاكسين فتكون $\alpha = \alpha_1 - \alpha_2$

# أمثلة محلولة

**١ـ منشور رقيق زاوية رأسه $8^o$ ومعامل إنكسار مادته للون الأحمر 1.52 وللون الأزرق 1.54 إحسب:**
**أ) زاوية إنحراف كل لون ب) الانفراج الزاوي بين اللونين ج) قوة التفريق اللوني للمنشور**




أ)

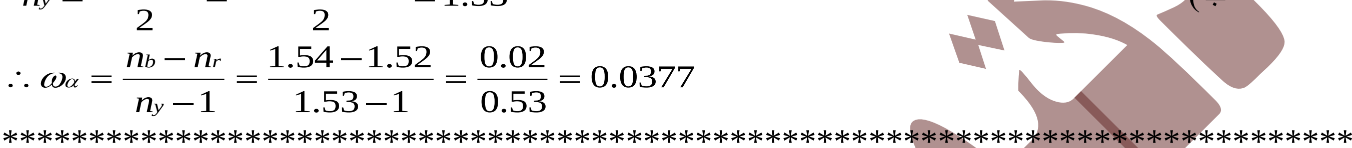
$$(\alpha_o)_b = A(n_b - 1) = 8 \times (1.54 - 1) = 4.32^o$$

$$(\alpha_o)_r = A(n_r - 1) = 8 \times (1.52 - 1) = 4.16^o$$

ب)

$$(\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r = 4.32 - 4.16 = 0.16^o$$

جـ)



$$n_y = \frac{n_b + n_r}{2} = \frac{1.54 + 1.52}{2} = 1.53$$

$$\therefore \omega_\alpha = \frac{n_b - n_r}{n_y - 1} = \frac{1.54 - 1.52}{1.53 - 1} = \frac{0.02}{0.53} = 0.0377$$

***************************************************************************

**٢ـ احسب زاوية الرأس لمنشور رقيق من الزجاج معامل انكسار مادته 1.5 عند غمره فى الماء فانه يحرف الاشعة الساقطة عليه من الماء بزاوية قدرها درجة واحدة علماً بأن معامل انكسار الماء $\frac{4}{3}$ .**




نفرض أن معامل انكسار الماء ( $n_1$ ) ، ومعامل انكسار المنشور ( $n_2$ ) .

$$_1n_2 = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1.5}{\frac{4}{3}} = \frac{9}{8}$$

$$(\alpha_\circ)_y = A(n_y - 1) \Rightarrow 1 = A(\frac{9}{8} - 1) = \frac{A}{8} \Rightarrow A = 8^o$$

| الكمية الفيزيائية | القانون | العوامل ونوع العلاقة |
|---|---|---|
| **الزاوية الحرجة لوسط مع الهواء** | $\sin \phi_c = \frac{1}{n}$ | معامل الانكسار المطلق للوسط ( عكسي ). |
| **الزاوية الحرجة بين وسطين** | $\sin \phi_c = \frac{n_2}{n_1} = {}_1n_2$ | معامل انكسار الضوء لكل من المادتين . |
| **زاوية الانحراف فى منشور ثلاثي** | $\alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$ | (١) زاوية السقوط الاولى.<br>(٢) زاوية رأس المنشور .<br>(٣) معامل انكسار مادة المنشور للضوء الساقط . |
| **زاوية الانحراف الصغرى فى منشور ثلاثي** | (............) | (١)معامل انكسار مادة المنشور للضوء الساقط (n) (طردي )<br>(٢) الطول الموجي للضوء الساقط (λ) (عكسي ) |
| **النهاية الصغرى للانحراف فى المنشور العادي** | $n = \frac{\sin\left[\frac{\alpha_o + A}{2}\right]}{\sin\left[\frac{A}{2}\right]}$ | (١) زاوية السقوط .<br>(٢) معامل انكسار مادته ( طردى ) . |
| **زاوية الانحراف فى المنشور الرقيق** | $\alpha_o = A(n - 1)$ | (١) زاوية رأس المنشور . ( طردي )<br>(٢) معامل انكسار مادته .(طردي )<br>(٣) الطول الموجي للضوء الساقط . |
| **الانفراج الزاوى** | $(\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r = A(n_b - n_r)$ | (١) زاوية رأس المنشور .<br>(٢) معامل انكسار مادة المنشور لكل من اللونين الأزرق والأحمر |
| **قوة التفريق اللونى** | $\omega_\alpha = \frac{n_b - n_r}{n_y - 1}$ | معامل انكسار مادة المنشور للألوان الأزرق و الأحمر و الأصفر ( لا تتوقف على زاوية رأس المنشور ) |

# أسئلة وتدريبات على الفصل الثانى

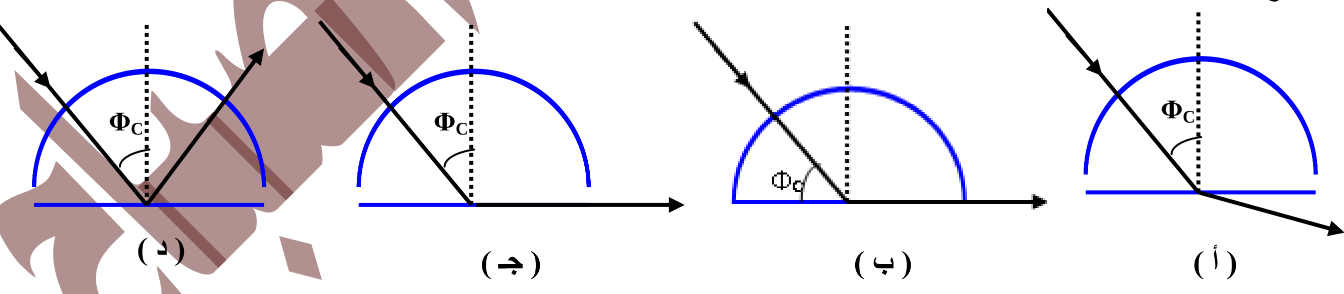
## الدرس الثانى

### س ١ : أكتب المصطلح العلمى الذى تدل عليه العبارات التالية

١) الزاوية الحادة المحصورة بين امتدادي الشعاع الساقط والشعاع الخارج في منشور ثلاثي .
٢) زاوية السقوط في الوسط الأكبر كثافة ضوئية والتي تقابلها زاوية إنكسار في الوسط الأقل كثافة ضوئية مقدارها ( $90^{\circ}$ )
٣) كتلة من الزجاج الشفاف لها قاعدتان متوازيتان كل منهما على شكل مثلث ويصل بين القاعدتين ثلاثة أوجه كل منها على شكل مستطيل.
٤) انعكاس الشعاع الضوئى داخل الوسط الاكبر كثافة ضوئية عندما تكون زاويه سقوطه أكبر من الزاوية الحرجة بين الوسطين
٥) قضيب مصمت رفيع من مادة مرنة شفافة إذا دخل الضوء من أحد طرفيه فإنه يعانى عدة انعكاسات كلية متتالية حتى يخرج من طرفها الآخر
٦) الزاوية المحصورة بين وجهى المنشور أحدهما يدخل فيه الشعاع الضوئى والآخر يخرج منه الشعاع الضوئى .
٧) مجموع زاويتي الانكسار الاولى والسقوط الثانية للشعاع الضوئى داخل المنشور .
٨) حالة للمنشور تكون عندها زاوية السقوط = زاوية الخروج وقيمة زاوية الانحراف أصغر ما يمكن .
٩) أصغر قيمة لزاوية انحراف أشعة الضوء في المنشور وعندها تكون زاوية السقوط تساوى زاوية الخروج .
١٠) منشور ثلاثى لا تزيد زاوية رأس المنشور عن 10 درجات و يكون دائما في وضع النهاية الصغرى للإنحراف .
١١) الزاوية المحصورة بين امتدادى الشعاعين الأزرق والأحمر بعد خروجهما من المنشور الرقيق .
١٢) متوسط معاملي انكسار اللونين الأحمر والأزرق
١٣) متوسط انحراف الشعاعين الأحمر والأزرق
١٤) هي النسبة بين الانفراج الزاوي بين الشعاعين الأزرق والأحمر إلى الانحراف المتوسط لهما .

### س ٢ : اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

٣٠) إذا كان معامل الإنكسار المطلق لوسط ما $\sqrt{2}$ فإن الزاوية الحرجة له بالنسبة للهواء .......... ( 45° / 30° / 60° )
٣١) لكى يحدث انعكاس كلى لشعاع ساقط من وسط أكبر كثافة ضوئية الى وسط أقل كثافة ضوئية يجب ان تكون زاوية السقوط ...... ( تساوى $90^{0}$ / أكبر من الزاوية الحرجة / تساوى الزاوية الحرجة / أقل من الزاوية الحرجة )
٣٢) في أى الأماكن التالية يمكنك رؤية السراب .......... ( فوق بحيرة دافئة فى يوم دافئ / فوق طريق أسفلتى فى يوم حار / فوق منحدر التزحلق فى يوم بارد / فوق الرمل على الشاطئ فى يوم بارد )
٣٣) الشكل ...... يوضح المسار الصحيح لشعاع ضوئى يسقط فى قطعة نصف دائرية من الزجاج بزاوية سقوط تساوى الزاوية الحرجة .




٣٤) إذا كانت الزاوية الحرجة بين وسطين 30° فإن معامل الإنكسار النسبي من الوسط الأكبر كثافة ضوئية إلى الوسط الأقل كثافة ضوئية هو .......... (0.25 /2 / 1 / 0.5)
٣٥) عندما ينتقل الضوء من وسط أكبر كثافة ضوئية الى وسط أقل كثافة ضوئية فإن أكبر قيمة لزاوية الانكسار فى الوسط الاقل كثافة ضوئية هى .. .... ( $42^{o}$ / $45^{o}$ / $90^{o}$ / $180^{0}$ )
٣٦) **فى الشكل المقابل**
إذا كان معامل انكسار مادة المنشور 1.5 فإن قيمة الزاوية (θ) هى
(تقريبا $15^{o}$ / $10^{o}$ / $50^{o}$ / $80^{0}$ )

40°
θ

٣٧) فى تجربة لتعيين النهاية الصغرى للانحراف فى المنشور الثلاثى وجد أن هذه الزاوية تساوى $48.2^{o}$ فإذا كانت زاوية رأس المنشور $58.8^{o}$ فإن معامل انكسار مادته هو ....... ( 1.85 / 1.82 / 1.63 / 1.5 )

٣٨) ✍ يحدث السراب نتيجة حدوث ......... للضوء الأبيض. ( حيود / تداخل / إنعكاس كلي)

٣٩) الأساس العلمي لعمل الألياف الضوئية هو......... ( انكسار الضوء / حيود الضوء / الإنعكاس الكلي والزاوية الحرجة)

٤٠) منشور رقيق زاوية رأسه $6^\circ$ يسبب إنحرافا قدره $3^\circ$ للأشعة الساقطة عليه فيكون معامل إنكسار مادته يساوي ......... (1.5 / 1.6 / 1.7 / 1.8 )

٤١) في المنشور الثلاثي المتساوي الأضلاع عندما يكون في وضع النهاية الصغرى للإنحراف تكون زاوية السقوط الثانية تساوي......... ( $60^\circ$ / $45^\circ$ / $30^\circ$ )

## س ٣ : ماذا نعنى بقولنا أن :

١) ✍ الزاوية الحرجة لوسط بالنسبة للهواء = $40^o$ .

٢) 🗐 زاوية الانحراف فى منشور ثلاثى = $30^o$ .

٣) زاوية النهاية الصغرى للانحراف فى منشور = $35^o$ .

٤) ✍ 🗐 الانفراج الزاوى فى منشور رقيق = $0.2^o$ .

٥) معامل الانكسار المتوسط لمنشور رقيق = 1.5

٦) ✍ قوة التفريق اللونى لمنشور رقيق = 0.2 .

٧) ✍ النسبة بين الانفراج الزاوى للشعاعين الازرق والاحمر الى زاوية انحراف الضوء الاصفر فى منشور رقيق = 0.08

## س ٤ : علل لما يأتى :

١) ✍ الضوء الذي ينبعث من تحت سطح الماء يحتمل عدم رؤيته في الهواء

٢) ✍ 🗐 يفضل المنشور العاكس عن السطح المعدني العاكس( المرآه ) لتغيير مسار الشعاع الضوئى بمقدار $90^o$ .

٣) ✍ تغطى أوجه المنشور العاكس بغشاء رقيق من الكريوليت .

٤) 🗐 اللون البنفسجي أكبر انحرافاً من اللون الأحمر .

٥) عند سقوط ضوء ابيض على منشور ثلاثى فى وضع النهاية الصغرى للانحراف يخرج منه متفرقاً الى ألوان مختلفة تُسمى الطيف

٦) بالرغم من انتقال الشعاع الضوئى من وسط أكبر كثافة ضوئية الى وسط أقل كثافة ضوئية إلا أنه قد لا يحدث له انعكاس كلى

٧) ✍ تستخدم الالياف الضوئية فى نقل الضوء

✍ استخدام الليفة الضوئية فى المنظار الطبى .

## س ٥ : ما النتائج المترتبة على :

٧) ✍ سقوط الشعاع الضوئى رقم (١) الموضح بالشكل على السطح الفاصل .

٨) تساوي زاوية السقوط على وجه منشور مع زاوية الخروج من المنشور.

٩) ✍ سقوط الضوء على الجدار الداخلي لليفة ضوئية بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة

١٠) سقوط ضوء أبيض على أحد أوجه منشور ثلاثي مهيأ في وضع النهاية الصغرى للإنحراف.

١١) 🗐 سقوط شعاع ضوئي على الوتر لمنشور قائم متساوي الساقين الزاوية الحرجة له $42^\circ$

أ) ✍ عندما يسقط بزاوية صفر على أحد ضلعى القائمة .

ب) عندما يسقط بزاوية صفر على الوجه المقابل للقائمة

## س ٦ : أذكر شروط حدوث كل مما يأتى :

١) ✍ إنعكاس كلي لشعاع ضوئى

٢) تفريق المنشور الثلاثي للضوء الأبيض .

٣) ✍ حدوث نهاية صغرى للإنحراف في منشور ثلاثي.

٤) ✍ المنشور العاكس .

٥) ✍ زاوية سقوط شعاع ضوئي في منشور ثلاثي تساوي زاوية الخروج.

٦) ظاهرة السراب .

## س ٧ : اشرح الاساس العلمى ( الفكرة العلمية ) لكل مما يأتى :

١) المنشور الثلاثى .

٢) ✍ الليفة الضوئية .

٣) طبقة الكريوليت التي يغطى بها المنشور العاكس .

٤) ✍ البيرسكوب فى الغواصات .

٥) ✍ ظاهرة السراب فى الصحراء .

٦) المنشور العاكس .

## س ٨ : ما هى العوامل التى يتوقف عليها كل مما يأتى :

١) ✍ زاوية الإنحراف للضوء في المنشور الرقيق.
٢) زاوية إنحراف الضوء في المنشور الثلاثي
٣) زاوية الانحراف الصغرى في المنشور الثلاثي
٤) قوة التفريق اللونى .
٥) الزاوية الحرجة بين وسطين

## س ٩ : ضع علامة ( √ ) أمام العبارة الصحيحة وعلامة ( x ) أمام العبارة غير الصحيحة فى كل مما يأتى :

❶ ( ) منشور ثلاثي زاوية رأسه ($60^{o}$) سقط على أحد جوانبه شعاع ضوئي بزاوية ($50^{o}$) فإذا كانت زاوية الإنحراف ($25^{o}$) فإن زاوية الخروج في الهواء ($35^{o}$ ).
❷ ( ) أكثر الإشعاعات إنحرافاً بالمنشور عند سقوط الضوء الأبيض على أحد وجهيه هي الأشعة الزرقاء.
❸ ( ) تحدث ظاهرة الإنعكاس الكلي عندما تكون زاوية سقوط الضوء في الوسط الأقل كثافة ضوئية أكبر من الزاوية الحرجة.
❹ ( ) معامل الإنكسار المطلق لوسط = مقلوب جيب الزاوية الحرجة له.
❺ ( ) منشوران متعاكسان قاعدة أحدهما جهة رأس المنشور الآخر فعندما يسقط شعاع أبيض على أحد أوجه أحدهما فإنه يخرج دون أن يتحلل من المنشور الآخر وموازياً لاتجاه الشعاع الساقط على المنشور الأول.
❻ ( ) في الشكل البياني المقابل علاقة بين زاوية السقوط $\Phi_1$ وزاوية الإنحراف α فعند نقطة A تكون زاوية السقوط $\Phi_1$ مثل زاوية الخروج $\theta_2$ .



❼ ( ) في الشكل البياني السابق تقل زاوية الإنحراف α كلما قلت زاوية السقوط دائماً .
❽ ( ) تتوقف زاوية الإنحراف (α ) في المنشور الرقيق على كل من زاوية رأسه ومعامل إنكسار مادته فقط .
❾ ( ) تتوقف زاوية الإنحراف في المنشور الرقيق على زاوية سقوط الأشعة.

## س ١٠ : اذكر استخداماً واحداً لكل مما يأتى :

١) ✍ المنشور العاكس .
٢) المنشور الثلاثى القائم .
٣) ✍ الالياف الضوئية .
٤) ✍ طبقة الكريوليت على أوجه المنشور العاكس .
٥) المنشور الثلاثى متساوى الأضلاع ( فى وضع النهاية الصغرى للانحراف ).
٦) المنشور الرقيق .

## س ١١ : أثبت أن :

(١) $\alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$
(٢) $A = \theta_1 + \Phi_2$
(٣) زاوية الانحراف (α) فى المنشور الثلاثى تتوقف على زاوية السقوط الاولى ($\phi_1$) مع الرسم .
(٤) ✍ معامل انكسار مادة منشور ثلاثى فى وضع النهاية الصغرى للانحراف يتعين من العلاقة

$$n = \frac{\sin\left[\frac{\alpha_o + A}{2}\right]}{\sin\left[\frac{A}{2}\right]}$$

(٥) زاوية الانحراف فى المنشور الرقيق تعطى بالعلاقة $\alpha_o = A ( n - 1 )$
(٦) ✍ قوة التفريق اللونى لمنشور رقيق لا تعتمد على زاويه رأسه .

## س ١٢ : ارسم علاقة بيانية توضح العلاقة بين كل من :

(أ) زاويا الانكسار ($\theta_1$) وزاويا السقوط ($\Phi_2$) لمنشور ثلاثى زاوية رأسه (A) .
(ب) زاويا سقوط الأشعة الضوئية ($\Phi_1$) عادى أحد أوجه منشور ثلاثى ، وزاويا الانحراف (α) .
(ت) النهاية الصغرى للانحراف فى منشور رقيق ( $\alpha_o$) ، ومعامل الانكسار ( n) للمنشور ، ثم اوجد ميل الخط المستقيم الناتج .

## س ١٣ : وضح بالرسم :

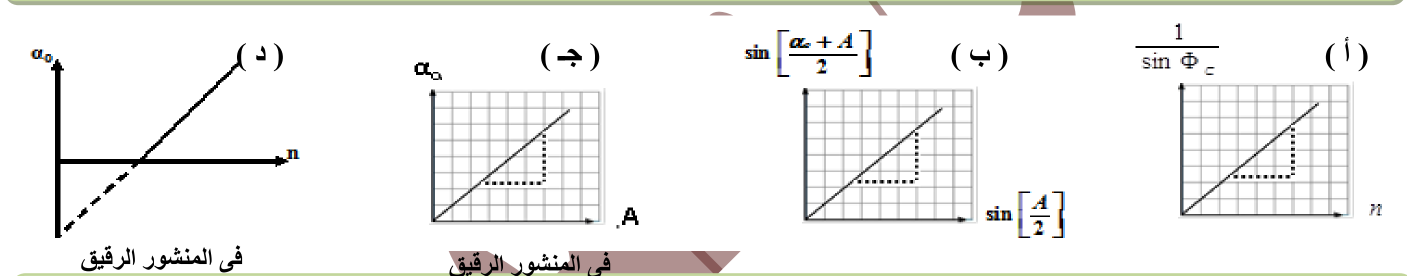
(أ) كيفية انعكاس الضوء داخل الألياف الضوئية .
(ب)حالتين للمنشور تكون فيهما زاوية السقوط = زاوية الخروج = صفر .
(جـ) متى يخرج شعاع من منشور ثلاثى متساوى الأضلاع موازياً للقاعدة ( $n = 1.5$ )
(د) متى تكون زاوية الانحراف خارج منشور متساوى الاضلاع وفى نفس جهة سقوط الشعاع .
(هـ) متى تكون زاوية الانحراف خارج المنشور وفى نفس جهة الخروج ( اذكر طريقتين ) .
(و) كيف يسقط شعاع على منشور ثلاثى ويخرج دون أى انحراف .

## س ١٤ : أكتب الكميات الفيزيائية التى تتعين من العلاقات الآتية :

(أ) $\frac{(\alpha_o)_b + (\alpha_o)_r}{2}$ (جـ) $\frac{\sin\left[\frac{\alpha_o + A}{2}\right]}{\sin\left[\frac{A}{2}\right]}$ (هـ) $\frac{n_b + n_r}{2}$

(ب) $A(n-1)$ (د) $A(n_b - n_r)$ (و) $\frac{n_b - n_r}{n_y - 1}$

## س ١٥ : اكتب العلاقة الرياضية وما يساويه الميل لكل مما يأتى :




## س ١٦ : أسئلة متنوعة :

(١) فى الشكل المقابل ليفة ضوئية زجاجية مغطاة بطبقة خارجية من نوع آخر من الزجاج معامل انكساره أقل من زجاج القلب ، بمر بها شعاع ضوئى .
(أ) لماذا لم يتغير اتجاه الشعاع عند كل من S , P ؟
(ب) لماذا حدث انعكاس كلى للشعاع عند R , Q ؟
(جـ) لماذا تفضل الليفة المكونة من طبقتين عن تلك المكونة من طبقة واحدة ؟

(٢) هل يمكن حدوث ظاهرة الانعكاس الكل عن انتقال شعاع ضوئى من الهواء الى الماء ؟، ولماذا .

(٣) اذكر تطبيقاً واحداً للانعكاس الكلى .

(٤) اذكر اسم الجهاز الذى يعتمد على الانعكاس الكلى للضوء مع ذكر استخدام واحد له ؟

(٥) قارن بين المنشور العادي والمنشور الرقيق من حيث
( زاوية رأس المنشور – معامل الانكسار – زاوية الانحراف – وضع النهاية الصغرى للانحراف – أهم الاستخدامات )

(٦) عند وضع مصدر ضوئي أزرق في مركز مكعب مصمت من الزجاج تظهر بقعة مضيئة دائرية علي حائل أمام المكعب . وإذا استبدل مصدر الضوء الأزرق بأخر أحمر ظهرت البقعة المضيئة مربعة الشكل فسر ذلك مع التعليل

(٧) لديك منشور ثلاثى من الزجاج متساوى الاضلاع اشرح مع الرسم تجربة عملية لتعيين مسار شعاع ضوئى خلاله موضحاً عليه زاوية رأس المنشور وزاوية سقوط الشعاع وزاويه خروجه وزاويه انحرافه ، ثم اكتب علاقة رياضية واحدة تربط بين الزوايا المذكورة .

## س ١٧-١ : مسائل الانعكاس الكلى والزاوية الحرجة :

١- أوجد الزاوية الحرجة لضوء ينتقل من الماء الذي معامل انكساره 1.333 إلى الجليد الذي معامل انكساره 1.309 .
**[79.11° ]**

**************************************************************************

٢- إذا علمت أن معامل الإنكسار المطلق للماس 2.4 ومعامل الإنكسار المطلق للزجاج التاجي = 1.6 أوجد:

❶ معامل الإنكسار النسبي بين الماس والزجاج. $[\frac{2}{3}]$

❷ قيمة الزاوية الحرجة لكل من الماس والزجاج مع الهواء . **[ 24° 37\ - 38° 41\ ]**

❸ قيمة الزاوية الحرجة بين الماس والزجاج. **[41° 48\ ]**

❹ سرعة الضوء في الماس إلى علمت أن سرعة الضوء في الهواء $3\times10^{8}$m/s **[$1.25\times10^{8}$ m/s ]**

**************************************************************************

٣- إذا كانت الزاوية الحرجة للماس 25° وللبنزين 43° احسب:

❶ معامل الانكسار المطلق لكل من الماس والبنزين **[2.366, 1.466 ]**

❷ معامل الانكسار النسبي بين الماس والبنزين **[0.619 ]**

❸ جيب الزاوية الحرجة بين الماس والبنزين **[ $\phi_c = 38°28'$ ]**

❹ سرعة الضوء في البنزين علما بأن سرعة الضوء في الهواء $3\times10^{8}$m/s **[$2.046\times10^{8}$m/s ]**

**************************************************************************

٤- إذا علمت أن الزاوية الحرجة بين وسطين شفافين 55° وكان معامل الانكسار المطلق لأصغرهما كثافة ضوئية = 1.4 احسب معامل الانكسار المطلق للوسط الأكبر كثافة ضوئية **[1.709]**

**************************************************************************

٥- غمر جسم مضئ في ماء معامل انكساره 1.33 بين هل تنفذ الأشعة أم تخرج مماسة للسطح الفاصل أم تنعكس انعكاس كليا إذا سقطت الأشعة كلها بزاوية 60° **[ تنعكس إنعكاسا كليا]**

**************************************************************************

٦- في الشكل المقابل : شعاع ضوئي يسقط على نصف قرص من الزجاج (n = 1.5) تتبع مسار الشعاع إذا كانت :

أ) θ = 45°     ب) θ = 60°

**************************************************************************

٧- وضع رجل ماسة في قاع نافورة من الكريستال ووضع على سطح ماء النافورة قطعة خشب دائرية وقام بتثبيتها فوق قطعة الماس الموجودة في القاع فإذا كان عمق النافورة 2m أوجد أقل قطر لقطعة الخشب والتي تمنع رؤية قطعة الماس لأي شخص خارج النافورة علما بأن معامل انكسار الماء = 1.33 **[4.56 m]**

**************************************************************************

٨- إذا سقط شعاع ضوئى على سطح سائل وكانت زاوية السقوط $30^{o}$ وزاوية الانكسار $22^{o}$ احسب الزاوية الحرجة للشعاع عندما ينتقل من السائل الى الهواء . **[ $48.5^{o}$ ]**

**************************************************************************

٩- ضوء تردده $5\times10^{14}$ Hz إذا كان الطول الموجى له فى وسطين y , x على الترتيب هو $5500A^{o}$ , $4000A^{o}$ أحسب

❶ سرعة الضوء فى الوسطين . ❷ معامل الانكسار النسبى بين x , y . ❸ معامل الانكسار النسبى بين y , x .

❹ قيمة الزاوية الحرجة بين الوسطين . **[ $2.75\times10^{8}$ m/s , $2\times10^{8}$ m/s , 1.4 , 0.7 , $44.4^{o}$ ]**

**************************************************************************

١٠- [مصر ٩٦] إذا كانت الزاوية الحرجة للزجاج بالنسبة للهواء = $42^{o}$ والزاوية الحرجة للماء بالنسبة للهواء = $48^{o}$ أوجد الزاوية الحرجة بين الزجاج والماء. ومعامل الانكسار النسبى من الزجاج للماء **[$64.2^{o}$ , 0.9 ]**

**************************************************************************

## س ١٧-٢ : مسائل المنشور الثلاثى :

١١- سقط شعاع على منشور ثلاثي زجاجي بزاوية 60° ثم خرج بزاوية 30° فإذا علمت أن معامل انكسار مادة المنشور 1.6 أوجد زاوية رأس المنشور **[51° ]**

**************************************************************************

١٢- سقط شعاع ضوئي على أحد أوجه منشور ثلاثي متساوي الأضلاع وكانت زاوية انكساره 19° فخرج مماسا للوجه الآخر أوجد معامل انكسار مادته **[1.52]**

*****************************************************************************

١٣- سقط شعاع ضوئي عموديا على أحد جوانب منشور ثلاثي زاوية رأسه 60° فخرج مماسا للوجه الآخر إحسب معامل إنكسار مادة المنشور. **[1.15]**

*****************************************************************************

١٤- منشور ثلاثي معامل إنكسار مادته = $\sqrt{2}$ سقط شعاع ضوئي بزاوية 45° على أحد أوجهه فخرج عموديا على الوجه المقابل فما زاوية رأس المنشور. **[30°]**

*****************************************************************************

١٥- سقط شعاع ضوئي عموديا على أحد وجهي منشور ثلاثي متساوي الأضلاع معامل انكسار مادته 1.5احسب زاوية خروج الشعاع مع التوضيح بالرسم لمسار الشعاع **[0° ]**

*****************************************************************************

١٦- منشور ثلاثي أجوف زاوية رأسه 60° ملأ بسائل معين ثم أجريت تجربة لتعيين مسار شعاع ضوئي خلاله فلوحظ أن زاوية السقوط = زاوية الخروج = 45° فأوجد زاوية انحراف هذا الشعاع الضوئي وما قيمة معامل انكسار السائل **[30° ، $\sqrt{2}$ ]**

*****************************************************************************

١٧- **في الشكل المقابل**

منشور ثلاثي معامل انكسار مادته 1.4 سقط شعاع كما بالشكل

❶ تتبع مسار الشعاع الضوئى الساقط .

❷ احسب زاوية الخروج للشعاع **[44.4° ]**

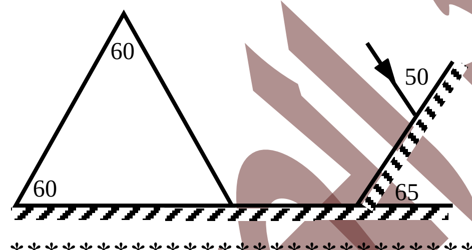
30

*****************************************************************************

١٨- يسقط شعاع من الضوء على وجه منشور ثلاثي بزاوية قدرها 60° فإذا كان معامل انكسار الضوء في مادة المنشور 1.6 فما هو أكبر قيمة لزاوية رأس المنشور تسمح للشعاع بالنفاذ **[71.45° ]**

*****************************************************************************

١٩- تتبع مسار الشعاع في هذا الشكل وما زاوية رأس المنشور علما بأن $n=\sqrt{2}$ وأوجد زاوية الإنحراف في المنشور




*****************************************************************************

٢٠- سقط شعاع ضوئى عمودى على وجه منشور ثلاثى معامل انكسار مادته 1.5 كما هو موضح بالشكل

❶ تتبع مسار الشعاع الضوئى داخل المنشور

❷ اوجد زاوية خروجه من المنشور .

**[ 48.59° ]**

30°

*****************************************************************************

٢١- ( الأزهر ٢٠٠٥) سقط شعاع ضوئي عموديا على أحد وجهي منشور ثلاثي من الزجاج فخرج مماسا للوجه المقابل فإذا كانت زاوية رأس المنشور 45° أوجد: ❶ معامل الانكسار لزجاج المنشور **[1.414]**

❷سرعة الضوء في زجاج المنشور علما بأن سرعة الضوء في الفراغ $3\times10^{8}$ م/ث **[$2.122\times10^{8}$ m/s]**

*****************************************************************************

٢٢- ( الازهر ٢٠٠٢ – مصر ٩٨) سقط شعاع ضوئي في الهواء على أحد أوجه منشور ثلاثي زجاجي زاوية رأسه 72° فانكسر الشعاع بزاوية 30° وخرج مماسا للوجه الآخر أوجد :

❶ الزاوية الحرجة بين الزجاج والهواء **[42° ]**

❷ معامل انكسار مادة المنشور **[1.49 ]**

❸ جيب زاوية السقوط الأولى ( اعتبر sin42 = 0.669 ) **[0.745 ]**



٢٣- (ث .ع ٢٠٠٢) في الشكل منشور ثلاثي متساوي الأضلاع من زجاج معامل الانكسار المطلق لمادته 1.5 سقط شعاع ضوئي عموديا على الوجه أجـ❶ أكمل مسار الشعاع حتى يخرج مع التعليل ❷ أوجد قيمة زاوية خروج الشعاع ❸ أوجد قيمة الزاوية الحادة بين اتجاهي الشعاعين الساقط والخارج **[0° - 60° ]**



*******************************************************************************

٢٤- (ث . ع ٢٠٠٠) سقط شعاع ضوئي بزاوية 60° على أحد أوجه منشور ثلاثي متساوي الأضلاع معامل انكسار مادته $\sqrt{3}$ أوجد زاوية خروج الشعاع وزاوية انحرافه . **[ 60° ، 60° ]**

*******************************************************************************

٢٥- (ث . ع ٢٠٠٦ ) تتبع مسار الشعاع الضوئي الساقط على وجه المنشور الزجاجي ( كما هو موضح بالشكل ) حتى يخرج ( علما بأن الزاوية الحرجة لزجاج المنشور تساوي 42°) ثم احسب قيمة زاوية الخروج لهذا الشعاع **[48.6° ]**



*******************************************************************************

٢٦- ( ث.ع ٢٠٠٤، ١٩٩٧) في الشكل المقابل : شعاع ضوئي يسقط عموديا على أحد ضلعي الزاوية القائمة لمنشور ثلاثي قائم الزاوية ❶ تتبع بالرسم مسار الشعاع الضوئي؟❷ ما مقدار زاوية خروج الشعاع الضوئي؟علما بأن الزاوية الحرجة بين الزجاج والهواء تساوي 42° ، ضلعي الزاوية القائمة متساويان ) **[ ينعكس الشعاع انعكاسا كليا ، صفر ]**

*******************************************************************************

٢٧- ( الأزهر ٢٠١٠) سقط شعاع ضوئي عموديا على أحد أوجه منشور ثلاثي من الزجاج متساوي الأضلاع الزاوية الحرجة لمادته بالنسبة للهواء هي 42° تتبع بالرسم فقط مسار هذا الشعاع حتى يخرج منه

*******************************************************************************

٢٨- (ث.ع ٢٠٠٥) وضح بالرسم ماذا يحدث مع ذكر السبب عند سقوط الشعاع الضوئي الموضح بالشكل إذا علمت أن الزاوية الحرجة لزجاج المنشور $42^{o}$



*******************************************************************************

٢٩- 📖 منشور ثلاثي متساوي الأضلاع إذا كانت النهاية الصغرى لانحراف شعاع ضوئي يسقط عليه 30° أوجد:
❶ معامل انكسار مادته **[1.414]** ❷ زاوية سقوط الشعاع **[45° ]**
❸ زاوية خروجه **[45° ]**

*******************************************************************************

٣٠ - 📖 منشور ثلاثي زاوية رأسه 60° ومعامل انكسار مادته $\sqrt{2}$ احسب قيمة زاوية الانحراف والسقوط في وضع النهاية الصغرى للإنحراف **[30° , 45° ]**

*******************************************************************************

٣١- منشور ثلاثى زاوية رأسه $60^{o}$ ومعامل انكسار مادته 1.5 وضع فى سائل معامل انكساره 1.3 احسب ❶ النهاية الصغرى للانحراف فيه . ❷ زاوية السقوط فى وضع النهاية الصغرى للانحراف . **[ $10.2^{o}$ , $35.1^{o}$ ]**

*******************************************************************************

٣٢- منشور ثلاثي متساوي الأضلاع معامل الانكسار لمادته 1.732 أوجد أصغر زاوية انحراف لشعاع ضوئي يمر خلال هذا المنشور وكم تصبح هذه الزاوية إذا غمر المنشور في سائل معامل انكساره 1.2 **[32.357° ، 60° ]**

*******************************************************************************

٣٣- ( تجريبي ٢٠١٠ ) الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين زاوية الانكسار $\theta_1$ وزاوية السقوط الثانية $\phi_2$ عند مرور شعاع ضوئي خلال منشور ثلاثي متساوي الأضلاع
❶ ما قيمة الزاوية الممثلة بالنقطة b ❷ أي النقاط (a) أو (b) أو ( c ) تمثل وضع النهاية الصغرى للانحراف مع ذكر السبب؟❸ ارسم مسار الشعاع الذي يسقط على المنشور في الحالات الثلاث (a , b, c) كل على حدة. ❹ أوجد معامل انكسار مادة المنشور إذا علمت أن زاوية النهاية الصغرى للإنحراف = 37° **[$60^{o}$ , c , 1.498]**




٣٤- ( مصر ٢٠٠١ ) يوضح الرسم البياني العلاقة بين زوايا سقوط شعاع ضوئي وزوايا الانحراف المقابلة كما بالرسم احسب:

❶ زاوية خروج الشعاع [48° ]

❷ زاوية رأس المنشور [60°]

❸ معامل الانكسار لمادة المنشور [1.486 ]

**************************************************************************

٣٥- سقط شعاع ضوئي أبيض بزاوية سقوط 45° على أحد أوجه منشور ثلاثي متساوي الأضلاع من زجاج له معامل انكسار 1.67 للضوء الأزرق ذو الطول الموجي 450nm وله معامل انكسار 1.64 للضوء الأحمر ذو الطول الموجي 700nm أوجد زوايا خروج اللون الأزرق واللون الأحمر على التوالي من الوجه المقابل للمنشور [73.07° , 68.1° ]

## س ١٧-٣ : مسائل المنشور الرقيق :

٣٦- (ث.ع٩٧) منشور رقيق من الزجاج زاوية رأسه $4^o$ ومعامل انكسار مادته 1.5 أوجد زاوية انحراف الضوء خلاله [2°]

**************************************************************************

٣٧- ( الأزهر ٢٠٠١، ٢٠٠٩) احسب زاوية رأس منشور رقيق معامل إنكسار مادته 1.5 عند غمره في سائل فإنه يحرف الأشعة الساقطة عليه من السائل بزاوية قدرها $2^o$ علما بأن معامل إنكسار السائل 1.2 [$8^o$]

**************************************************************************

٣٨- منشوران رقيقان من مادة واحدة زاوية رأس أحدهما $10^o$ والآخر $8^o$ ومعامل الإنكسار لكل منهما 1.5 وضعا متجاورين أوجد الإنحراف النهائي لشعاع يمر في المنشورين(أ) إذا كان رأساهما في جهة واحدة (ب) إذا كان رأساهما متعاكسين [$1^o$,$9^o$]

**************************************************************************

٣٩- ( ث . ع ٢٠٠٩) سقط شعاع ضوئي أبيض على أحد أوجه منشور رقيق من الزجاج زاوية رأسه 10° ومعامل انكسار مادته للضوء الأزرق 1.66 وللضوء الأحمر 1.55 احسب : ❶ الانفراج الزاوي في المنشور [1.1]

❷ قوة التفريق اللوني للمنشور [0.18]

**************************************************************************

٤٠- ( الأزهر ٢٠٠٧) منشور رقيق زاوية رأسه 10° ومعامل انكسار الضوء فيه 1.72 ، 1.54 للونين الأزرق والأحمر على الترتيب احسب : ❶ زاويتي انحراف اللونين الأزرق والأحمر [ 7.2° أزرق ، 5.4° أحمر]

❷ معامل انكسار اللون الأصفر [1.63]

❸ قوة التفريق اللوني للمنشور [0.285]

**************************************************************************

٤١- ( الأزهر ٢٠٠٤) إذا كان الانفراج الزاوي للشعاعين الأزرق والأحمر في منشور ثلاثي زاوية رأسه $3^o$ هو 0.06 احسب الفرق بين معامل انكسار مادة المنشور للضوء الأزرق ومعامل انكساره للضوء الأحمر [0.02 ]

**************************************************************************

٤٢- (ث.ع ٢٠٠٤) في تجربة عملية لدراسة العلاقة بين كل من زاوية الرأس A لأكثر من منشور رقيق من الزجاج الصخري وزاوية الانحراف المقابلة ($\alpha_o$) لشعاع ضوئي أحادي اللون أمكن الحصول على النتائج التالية:

| A | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ($\alpha_o$) | 1 | 1.5 | X | 2.5 | 3 | 3.5 |

❶ ارسم علاقة بيانية بين زاوية رأس كل منشور (A) ممثلة على المحور السيني ، زاوية الانحراف المقابلة ($\alpha_o$) ممثلة على المحور الصادي

❷ من الرسم أوجد:

❶ قيمة X [2° ] ❷ معامل انكسار الزجاج الصخري [1.5 ]

**************************************************************************

٤٣- في إحدى تجارب المنشور الرقيق لإيجاد علاقة بين زاويه الانحراف ($\alpha_o$) ومعامل انكسار مادة المنشور (n) حصلنا على النتائج التالية

| n | 1.2 | 1.4 | a | 1.8 | 2 | 2.2 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ($\alpha_o$) | 1.4 | 2.8 | 4.2 | 5.6 | b | 8.4 |

❶ ارسم العلاقة البيانية بين (n ) على المحور الأفقي ، ($\alpha_o$) ممثلة على المحور الرأسي

❷ من الرسم أوجد:

❶ قيمة a,b [1.6 , 7° ] ❷ زاوية رأس المنشور بطريقتين مختلفتين . [7°]

الفصل الرابع

# خواص الموائع المتحركة

◈ للموائع المتحركة عدة خصائص وسنكتفى فى هذا الفصل بدراسة خاصيتين منها فقط ، هما :
– السريان – اللزوجة

## اولا : الســريـان

**أنواع سريان المائع:** ❶ السريان الهادئ أو الطبقي أو المستقر أو الانسيابي .
❷ السريان المضطرب أو الدوامي .

### أولا السريان الهادئ ( المستقر )

| | |
|---|---|
| **صفاته** | ◈ يحدث هذا النوع من السريان عندما يتحرك سائل ما بحيث تنزلق طبقاته المتجاورة فى نعومة ويسر .<br>◈ تتخذ فيه كل كمية صغيرة من السائل مسارًا متصلًا يسمى خط الانسياب . |
| **تعريفه** | " هو سريان السائل بسرعات صغيرة بحيث تنزلق طبقاته المتجاورة فى نعومة ويسر " |
| **شروطه** | ❶ أن تكون كمية السائل التي تدخل الأنبوبة عند أحد طرفيها مساوية لكمية السائل التي تخرج عند الطرف الآخر في نفس الزمن [ لأن السائل غير قابل للانضغاط] وكثافة السائل لا تتغير مع المسافة أو الزمن .<br>❷ أن تكون سرعة السائل عند النقطة الواحدة ثابتة على طول مساره ( لا تتغير بمرور الزمن )<br>❸ أن يكون السريان غير دوار أي لا توجد دوامات<br>❹ لا توجد قوى احتكاك مؤثرة بين طبقات السائل .<br>❺ يملأ السائل الانبوبة تماماً . |

| خطوط الانسياب | |
|---|---|
| **تعريف خط الانسياب** | هو خط وهمى يوضح المسار الذي يتخذه أي جزء صغير من السائل أثناء سريانه داخل الأنبوبة سرياناً مستقراً . |
| **خصائص خطوط الانسياب** | ❶ خطوط الانسياب وهمية لا تتقاطع .<br>❷ المماس لأي نقطة على خط الانسياب يحدد اتجاه السرعة اللحظية لكمية صغيرة من السائل عند هذه النقطة .<br>❸ تتحدد سرعة سريان السائل عند نقطة بكثافة خطوط الانسياب عند تلك النقطة .<br>❹ تتزاحم خطوط الانسياب ( تزداد كثافتها ) في السرعات العالية وتتباعد ( تقل كثافتها ) في السرعات المنخفضة .<br>◈**أى أن :**<br>سرعة المائع عند أى نقطة داخل أنبوبة السريان تزداد بزيادة كثافة خطوط الانسياب عند تلك النقطة . |
| **كثافة خطوط الانسياب عند نقطة** | تُقدر بعدد خطوط الانسياب التي تمر عموديا بوحدة المساحات عند تلك النقطة . |

### ثانيا السريان المضطرب ( الدوامي )

**يتحول السريان الهادئ لمائع ( سائل أو غاز ) الى سريان مضطرب إذا :**
❶ زادت سرعة انسياب المائع عن حد معين ، فتتكون دوامات نتيجة تدفق المائع بعنف .
❷ انتشر غاز من حيز صغير الى حيز كبير ( أو من ضغط عال الى ضغط أقل ) ، فتتحول حركة الغاز من حركة انسيابية الى حركة مضطربة .

**السريان المضطرب**
" السريان الناتج من زيادة سرعة انسياب المائع عن حد معين ويتميز بوجود دوامات صغيرة دائرية "

## معدل السريان

" كمية السائل المنسابة خلال مقطع من الأنبوبة فى وحدة الزمن "

### معدل السريان الحجمى ($Q_V$)

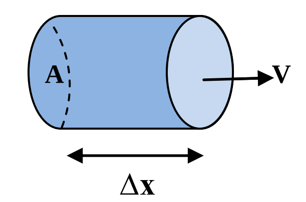
" هو حجم السائل المنساب خلال مقطع معين من أنبوبة سريان مستقر في الثانية ".

### معدل السريان الكتلى ($Q_m$)

" هو كتلة السائل المنساب خلال مقطع معين من أنبوبة سريان مستقر في الثانية ".

## حساب معدل السريان عند أى مساحة مقطع

◈ بفرض كمية من السائل كثافتها ( ρ ) حجمها ( $V_{OL}$ ) ، وكتلتها ( m ) تسرى بسرعة ( V ) لتتحرك مسافة ( Δx ) فى زمن ( Δt ) خلال مقطع من الأنبوبة مساحته ( A ) كما بالشكل :-




| من تعريف معدل السريان الحجمى : | من تعريف معدل السريان الكتلى |
|---|---|
| $Q_V = \frac{\Delta V_{OL}}{\Delta t}$<br>$\because \Delta V_{OL} = A\Delta x = AV\Delta t$<br>حيث : $\Delta x = V \Delta t$<br>$\therefore Q_V = \frac{AV\Delta t}{\Delta t}$<br>$\therefore Q_V = A V$ | $Q_m = \frac{\Delta m}{\Delta t}$<br>$\because \Delta m = \rho \Delta V_{OL}$<br>$\because \Delta V_{OL} = A\Delta x = AV\Delta t$<br>$\therefore Q_m = \frac{\rho AV\Delta t}{\Delta t}$<br>$Q_m = \rho A V = \rho Q_V$ |
| **وحدة القياس :**<br>$m^3/s$ | **وحدة القياس**<br>kg / s |
| **العوامل التى يتوقف عليها**<br>• مساحة مقطع الانبوبة ( طردى ).<br>• سرعة انسياب السائل ( طردى ) | **العوامل التى يتوقف عليها**<br>• كثافة السائل ( طردى )<br>• مساحة مقطع الانبوبة ( طردى ).<br>• سرعة انسياب السائل ( طردى ) |
| **ما معنى قولنا أن :**<br>**معدل السريان الحجمى لسائل =** $0.02 m^3/s$<br>معنى ذلك أن حجم السائل المنساب خلال مساحة معينة من أنبوبة السريان في الثانية الواحدة = $0.02 m^3$ | **ما معنى قولنا أن :**<br>**معدل السريان الكتلى لسائل =** 5 kg/s<br>معنى ذلك أن كتلة السائل المنساب خلال مساحة معينة من أنبوبة السريان في الثانية الواحدة = 5 kg |

∵ كمية السائل التى تدخل الانبوبة = كمية السائل التى تخرج من الأنبوبة فى نفس الزمن .

∴ معدل السريان ( الحجمى أو الكتلى ) مقدار ثابت عند أى مساحة مقطع ، وفقاً لقانون بقاء الكتلة الذى يؤدى الى معادلة الاستمرارية .

# استنتاج معادلة الاستمرارية [ العلاقة بين سرعة سريان السائل ومساحة مقطع الأنبوبة ]

$A_1$ $V_1$ $\Delta X_1$ $A_2$ $V_2$ $\Delta X_2$

◈ نتصور أنبوبة يسرى بها سائل سرياناً مستقراً ( هادئاً ) اى تتحقق به شروط السريان الهادئ .

◈ بفرض مستويين عموديين على خطوط الانسياب عند مقطعين مختلفين

- **المقطع الاول** مساحته $A_1$ وسرعة انسياب السائل خلاله $V_1$ .
  فيكون معدل الانسياب الحجمي : $Q_V = A_1V_1$ ، معدل الانسياب الكتلي $Q_m = \rho A_1V_1$

- **المقطع الثانى** مساحته $A_2$ وسرعة انسياب السائل خلاله $V_2$
  فيكون معدل الانسياب الحجمي : $Q_V = A_2V_2$ ، معدل الانسياب الكتلي $Q_m = \rho A_2V_2$

وبما أن معدل الانسياب الكتلى والحجمى ثابت فى حالة السريان الهادئ

$$\therefore A_1V_1 = A_2V_2 \quad , \quad \therefore \rho A_1 V_1 = \rho A_2 V_2$$

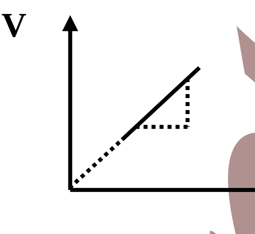
$$\therefore \frac{V_1}{V_2} = \frac{A_2}{A_1}$$

وتسمى هذه العلاقة معادلة الاستمرارية .

## معادلة الاستمرارية

" تتناسب سرعة سريان سائل عند أى نقطة فى أنبوبة سريان مستقر عكسياً مع مساحة مقطع الأنبوبة عند تلك النقطة "

## التمثيل البيانى لمعادلة الاستمرارية




تتناسب سرعة سريان سائل فى أنبوبة عكسياً مع مساحة مقطعها ( $V \alpha \frac{1}{A}$ ) كما بالشكل

فالسائل سينساب ببطء شديد فى الانبوبة عندما تكون مساحة مقطعها كبيرة وينساب بسرعة أكبر عندما تكون مساحة مقطعها صغيرة

| م | علل لما يأتى | الإجابة |
|---|---|---|
| ١ | فى السريان المستقر ينساب السائل في الأنبوبة ببطء عندما تكون مساحة مقطعها كبيرة وينساب بسرعة عندما تكون مساحة مقطعها صغيرة | لأنه تبعا لمعادلة الاستمرارية $A_1 V_1 = A_2 V_2$ تتناسب سرعة السائل عند أى نقطة تناسباً عكسيا مع مساحة مقطع الأنبوبة عند تلك النقطة ( $V\alpha \frac{1}{A}$ ) |
| ٢ | تكون مساحة فتحات الغاز في مواقد الغاز صغيرة | حتى يندفع منها الغاز بسرعة عالية لأن $V\alpha \frac{1}{A}$ |
| ٣ | سرعة سريان الدم في الشعيرات الدموية أقل بكثير من سرعته في الشريان الرئيسي رغم صغر مساحة مقطع الشعيرة الدموية عن مساحة مقطع الشريان الرئيسي | لأن مجموع مساحات مقاطع الشعيرات معا أكبر من مساحة مقطع الشريان الرئيسي ، وحيث أن $V\alpha \frac{1}{A}$ لذا تقل سرعة الدم في الشعيرات الدموية . |

| | | |
|---|---|---|
| ٤ | **يستخدم رجال الاطفاء خراطيم لها طرف مسحوب.** | لكى يندفع الماء بسرعة أكبر لأنه كلما كانت مساحة المقطع أصغر كلما كانت السرعة اكبر لوجود علاقة عكسية بينهما من معادلة الاستمرارية . |
| ٥ | **تتزاحم خطوط الانسياب فى السريان الهادئ للسائل عند السرعات الكبيرة** | لأن كثافة خطوط الانسياب تحدد سرعة سريان السائل فكلما زادت سرعة السريان زادت كثافة خطوط الانسياب مما يؤدى الى تزاحم خطوط الانسياب . |
| ٦ | **في السريان الهادئ يكون معدل الانسياب ثابت عند أي مقطع** | لأن السائل غير قابل للانضغاط لذلك فإن كمية السائل التي تدخل الأنبوبة من أحد طرفيها تساوي كمية السائل التي تخرج من الطرف الآخر في نفس الزمن |

**علل** **تقل مساحة مقطع عمود الماء المنساب من الخرطوم عندما توجه فوهته رأسياً لأسفل بينما تزداد مساحة مقطعه عندما توجه فوهته رأسياً لأعلى**

عندما توجه فوهة الخرطوم لأسفل: يتحرك الماء المنساب في اتجاه الجاذبية الأرضية فتزداد سرعته من لحظة لأخرى أثناء السقوط ونظرا لأن معدل الانسياب Q ثابت فتكون $A \alpha \frac{1}{V}$ لذلك عندما تزداد السرعة تقل مساحة المقطع بينما عندما توجه فوهة الخرطوم لأعلى : يتحرك الماء المنساب ضد الجاذبية الأرضية فيتحرك بعجلة تقصيرية ، وتقل سرعته من لحظة لأخرى فتزداد مساحة المقطع لأن $A \alpha \frac{1}{V}$ عند ثبوت معدل الانسياب Q

## ملاحظات هامة لحل المسائل

❶ يمكن حساب حجم السائل المنساب في زمن قدره t ثانية يتعين من العلاقة : $V_{ol} = Q_V t = AV t$

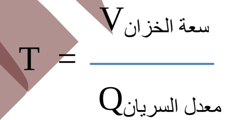
❷ يمكن حساب كتلة السائل المنساب في زمن قدره t ثانية من العلاقة : $m = Q_m t = \rho A V t$

❸ المسافة التى يتحركها السائل = سرعة السائل (V) × الزمن (T)

❹ إذا كانت الأنبوبة أسطوانية مساحة مقطعها $(A = \pi r^2)$ فإن معادلة الاستمرارية تصبح كالآتي:

$$\therefore \frac{V_1}{V_2} = \frac{A_2}{A_1} \Rightarrow \therefore \frac{V_1}{V_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$$

❺ لحساب زمن ملء خزان أو مستودع بسائل يتعين من العلاقة

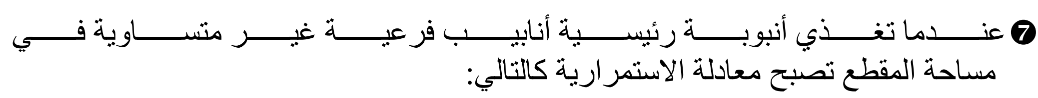


$$T = \frac{V_{\text{سعة الخزان}}}{Q_{\text{معدل السريان}}}$$

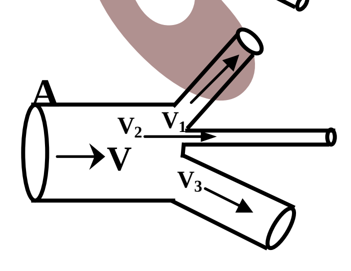
❻ عندما تغذي أنبوبة رئيسية أنابيب فرعية عددها n متساوية في مساحة المقطع $(A^\backslash)$ فإن سرعة سريان السائل في كل فرع تكون $V^\backslash$ وتصبح معادلة سريان السائل كالآتي:

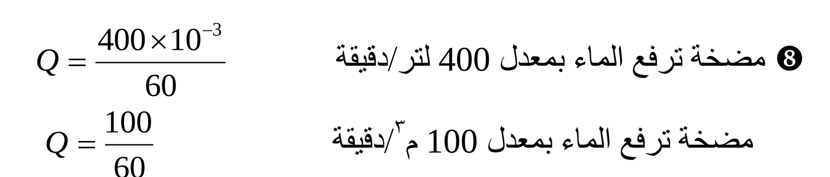
$$A_1V_1 = n\,A^\backslash V^\backslash$$

❼ عندما تغذي أنبوبة رئيسية أنابيب فرعية غير متساوية في مساحة المقطع تصبح معادلة الاستمرارية كالتالي:



$$AV = A_1V_1 + A_2V_2 + A_3V_3 + \dots\dots\dots$$



❽ مضخة ترفع الماء بمعدل 400 لتر/دقيقة $Q = \frac{400 \times 10^{-3}}{60}$

مضخة ترفع الماء بمعدل 100 م³/دقيقة $Q = \frac{100}{60}$

# أمثلة محلولة

**١ـ يسري ماء في أنبوبة أفقية بمعدل ثابت قدره 0.012 م³/دقيقة، احسب سرعة الماء المار خلال الأنبوبة إذا كانت مساحة مقطعها $1cm^2$ .**



الحل

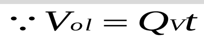
$$Q_V = \frac{0.012}{60} = 2\times10^{-4} m^3/s$$

$$\because Q_V = AV \Rightarrow \therefore V = \frac{Q_V}{A} = \frac{2\times10^{-4}}{1\times10^{-4}} = 2m\ /s$$

*****************************************************************************

**٢ـ ثلاثة صنابير الأول يملأ حوض في ساعة والثاني يملأ نفس الحوض في $\frac{1}{2}$ ساعة والثالث في $\frac{1}{4}$ ساعة ، احسب الزمن اللازم لملء الحوض إذا تم فتح الصنابير الثلاثة معا**

الحل



$$\because V_{ol} = Q_V t$$

$$\because Q_V = (Q_V)_1 + (Q_V)_2 + (Q_V)_3$$

$$\therefore \frac{V_{ol}}{t} = \frac{(V_{ol})_1}{t_1} + \frac{(V_{ol})_2}{t_2} + \frac{(V_{ol})_3}{t_3}$$

$$\therefore \frac{1}{t} = \frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} + \frac{1}{t_3} \Rightarrow \therefore \frac{1}{t} = 1 + 2 + 4$$

$$\therefore t = \frac{1}{7} hour$$

*****************************************************************************

**٣ـ ( مصر ١٩٩٠) أنبوبة تغذي حقلا بالماء مساحة مقطعها $4cm^2$ ينساب فيها الماء بسرعة 10m/s تنتهي بمائة ثقب مساحة فوهة كل منها $1mm^2$ ، كم تكون سرعة انسياب الماء من كل ثقب**



الحل

$$\therefore A_1V_1 = n\times A_2V_2 \Rightarrow \therefore 4\times10^{-4}\times10 = 100\times1\times10^{-6}\times V_2$$

$$\therefore V_2 = \frac{4\times10^{-4}\times10}{100\times1\times10^{-6}} = 40m/s$$

*****************************************************************************

**٤ـ يمر ماء خلال أنبوبة من المطاط قطرها 2.4cm بسرعة 6m/s أوجد قطر فوهتها الضيقة إذا كانت سرعة خروج الماء منها 34.56m/s**



الحل

$$\because \frac{V_1}{V_2} = \frac{A_2}{A_1} \Rightarrow \therefore \frac{V_1}{V_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$$

$$\therefore \frac{6}{34.56} = \frac{r_2^2}{(0.012)^2} \Rightarrow \therefore r_2^2 = \frac{6\times(0.012)^2}{34.56} = 25\times10^{-6}$$

$$\therefore r_2 = \sqrt{25\times10^{-6}} = 5\times10^{-3} m$$

*****************************************************************************

**٥ـ أنبوبة مياه تدخل منزلا قطرها 2cm وسرعة سريان الماء بها 0.1m/s فإذا أصبح قطرها عند نهايتها 1cmاحسب:**
**❶ سرعة الماء في الجزء الضيق❷ كمية الماء ( حجمه وكتلته ) التى تنساب كل دقيقة خلال أى مقطع من مقاطع الأنبوبة. علما بأن كثافة الماء = 1000kg/m ، π =3.14**



الحل

☜ سرعة الماء في الجسم الضيق

$$\because \frac{V_1}{V_2} = \frac{A_2}{A_1} \Rightarrow \therefore \frac{V_1}{V_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2} \Rightarrow \therefore V_2 = \frac{V_1 r_1^2}{r_2^2}$$

$$\therefore V_2 = \frac{0.1\times10^{-4}}{25\times10^{-6}} = 0.4m/s$$

☜ حجم الماء المناسب في الدقيقة

$\because Q_V = A_1V_1 = \pi (r_1)^2 V_1 = 3.14 \times 10^{-4} \times 0.1 = 3.14 \times 10^{-5}\ m^3/s$

$\therefore V_{OL} = Q_V \times t = 3.14 \times 10^{-5} \times 60 = 1.884 \times 10^{-3}\ m^3$

☜ كتلة الماء المناسب في الدقيقة

$\because Q_m = \rho A_1 V_1 = \rho \times Q_V = 1000 \times 3.14 \times 10^{-5} = 3.14 \times 10^{-2}\ kg/s$

$\therefore m = Q_m \times t = 3.14\times10^{-2} \times 60 = 1.884\ kg$

************************************************************************

**٦- شريان رئيسي يتدفق الدم فيه بسرعة 0.08m/s فإذا كان الشريان يتشعب إلى 150 شعيرة دموية قطر كل منها $\frac{1}{8}$ قطر الشريان ، احسب سرعة تدفق الدم في كل شعيرة**



الحل

$\because A_1V_1 = n A^\backslash V^\backslash , \quad \therefore \pi(r_1)^2V_1 = n\ \pi(r_2)^2V_2$

$\because r_2 = \frac{1}{8} r_1 \qquad \therefore (r_1)^2 \times 0.08 = 150\times \frac{r_1^2}{64} \times V_2$

$$\therefore V_2 = \frac{64\times0.08}{150} = 0.034m/s$$

************************************************************************

**٧- إذا كانت السرعة المتوسطة لتدفق الدم في الأورطى لشخص بالغ هى 0.33m/s ، ونصف قطر الأورطى 0.7cm و يتوزع منه الدم على عدد من الشرايين الرئيسية نصف قطر كل منها 0.35cm فإذا كان عدد الشرايين الرئيسية 30 فاحسب السرعة المتوسطة للدم فيها ؟ وماذا تستنتج من هذه النتائج ؟**

الحل

مساحة مقطع الأورطى $A_1$

$A_1 = \pi(r_1)^2 = 3.14 \times(0.7\times10^{-2})^2 = 3.14\times49\times10^{-6}\ m^2$

مساحة مقطع الشريان الواحد $A^\backslash$

$A^\backslash = \pi(r)^2 = 3.14 \times(0.35\times10^{-2})^2 = 3.14\times35\times35\times10^{-8}\ m^2$

☜ سرعة الدم في الشرايين الرئيسية

$\because A_1V_1 = n A^\backslash V^\backslash$

$$\therefore V^\backslash = \frac{A_1V_1}{nA^\backslash} = \frac{3.14\times49\times10^{-6}\times33\times10^{-2}}{30\times3.14\times35\times35\times10^{-8}} = 0.044m/s$$

الاستنتاج: سرعة الدم في الشرايين الرئيسية أقل من سرعة الدم في الأورطى وهذا يعمل على :

❶ إتاحة الفرصة لحدوث عملية تبادل غازي الأكسجين وثاني أكسيد الكربون بين الشعيرات والأنسجة

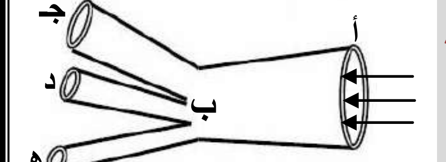
❷ إتاحة الفرصة لتزويد الأنسجة بالمواد الغذائية اللازمة وهنا تتجلى قدرة الله سبحانه وتعالى

************************************************************************

**٨- ( مصر ٢٠٠٢ ) في الشكل المقابل:**

**إذا علمت أن نصف قطر الأنبوبة عند أ = 30cm ، وسرعة دخول الماء عند نفس النقطة 2m/s، وسرعة انسيابه عند جـ = 3m/s وسرعة انسيابه عند هـ = 15m/s علماً بأن نصف قطر الأنبوبة عند ب = 20cm وعند جـ =15cm وعند د = 10cm وعند هـ = 5cm احسب : ❶ المعدل الحجمي لدخول الماء عند أ**

**❷ سرعة انسياب الماء عند كل من ب، د**






الحل

المعدل الحجمى لدخول الماء عند ( أ ) : $Q = AV = \pi r^2 V = 3.14 \times (0.3)^2 \times 2 = 0.5652\ m^3/s$

سرعة انسياب الماء عند (ب) : $A_أ V_أ = A_ب V_ب \qquad r^2_أ V_أ = r^2_ب V_ب$

$V_ب = 4.5m/s \qquad (0.3)^2 \times 2 = (0.2)^2 \times V_ب$

سرعة انسياب الماء عند ( د ) : $A_ب V_ب = A_ج V_ج + A_د V_د + A_ه V_ه$

وبما أن ($A= \pi r^2$) فسوف يتم التعويض فى المعادلة السابقة واخد $\pi$ عامل مشترك من الطرفين وتكون المعادلة كالاتى :

$$r^2_{ب} V_{ب} = r^2_{جـ} V_{جـ} + r^2_{د} V_{د} + r^2_{هـ} V_{هـ}$$

$$(0.2)^2 \times 4.5 = (0.15)^2 \times 3 + (10)^2 \times V_{د} + (0.5)^2 \times 15$$

$$0.18 = 0.0675 + 0.01 V_{د} + 0.0375$$

$$V_{د} = 7.5 \text{ m/s}$$

*****************************************************************************

**٩- أنبوبة قطرها 10 cm تنتهى بسدادة بها ثلاث فتحات أقطارها 1cm , 2cm , 5cm فإذا علمت أن سرعة الماء فى الفتحات الثلاث هى 2m/s , 0.8 m/s , 0.3 m/s على الترتيب احسب : سرعة سريان الماء فى الأنبوبة الرئيسية ، وحجم السائل المناسب فى كل من الأنبوبة الرئيسية والفتحات الثلاث خلال نصف دقيقة .**

**الحل**

$$r^2{}_1 V_1 = r^2{}_2 V_2 + r^2{}_3 V_3 + r^2{}_4 V_4$$

$$(5\times10^{-2})^2 \times V_1 = (0.5\times10^{-2})^2 \times 2 + (1\times10^{-2})^2 \times 0.8 + (2.5\times10^{-2})^2 \times 0.3$$

$$2.5\times10^{-3} V_1 = 5\times10^{-5} + 8\times10^{-5} + 1.875\times10^{-4} = 3.175\times10^{-4}$$

$$V_1 = 0.127 \text{ m/s}$$

☜ حجم السائل المناسب

$$V_{OL})_1 = Q_{V1} \times t = A_1 V_1 \times t = \pi r_1^2 \times V_1 \times t = 3.14 \times (5\times10^{-2})^2 \times 0.127 \times 30 = 0.0299 \text{ m}^3$$

$$V_{OL})_2 = Q_{V2} \times t = A_2 V_2 \times t = \pi r_2^2 \times V_2 \times t = 3.14 \times (0.5\times10^{-2})^2 \times 2 \times 30 = 4.71\times10^{-3} \text{ m}^3$$

$$V_{OL})_3 = Q_{V3} \times t = A_3 V_3 \times t = \pi r_3^2 \times V_3 \times t = 3.14 \times (1\times10^{-2})^2 \times 0.8 \times 30 = 7.536\times10^{-3} \text{ m}^3$$

$$V_{OL})_4 = Q_{V4} \times t = A_4 V_4 \times t = \pi r_4^2 \times V_4 \times t = 3.14 \times (2.5\times10^{-2})^2 \times 0.3 \times 30 = 0.0177 \text{ m}^3$$

*****************************************************************************

## ثانيا : اللزوجة

### تجارب لتوضيح معنى اللزوجة

| الخطوات | الملاحظة |
|---|---|
| علق قمعين متماثلين كلا منهما في حامل ثم نضع أسفل كل منهما كأسا فارغة صب في أحد القمعين حجما معينا من الكحول ونصب في الآخر حجما مماثلا من الجليسرين | سرعة انسياب الكحول أكبر من سرعة انسياب الجليسرين **أى أن** قابلية الكحول للانسياب أكبر من قابلية الجلسرين |
| قم بتقليب كأسين أحدهما مملوء بحجم معين من الماء والآخر مملوء بنفس الحجم من العسل ثم أخرج الملعقة . | ❶ تتحرك الملعقة في الماء بسهولة بينما تتحرك فى العسل بصعوبة . ❷ تتوقف حركة العسل بعد إخراج الملعقة بفترة وجيزة في حين تستمر حركة الماء فترة أكبر **أى أن** مقاومة الماء للحركة أقل من مقاومة العسل لها. |
| املأ كأسين أحدهما بالماء والآخر بالجليسرين ثم ألقي برفق كرة معدنية فى كل منهما . احسب زمن وصول الكرة الى قاع الكأس . | تتحرك الكرة فى الماء أسرع منها فى الجلسرين وتصل الى قاع الكأس قبل الكرة المتحركة فى الجلسرين . **أى أن** الجلسرين يقاوم حركة الكرة خلاله بمقدار أكبر من مقاومة الماء لها . |

**الاستنتاج :**

❶ بعض السوائل كالماء والكحول تكون قابليتها للانسياب أو الحركة كبيرة بينما تكون مقاومتها لحركة الأجسام داخلها صغيرة وهي مواد ذات لزوجة صغيرة نسبياً .

❷ بعض السوائل كالعسل والجليسرين تكون قابليتها للانسياب أو الحركة صغيرة بينما تكون مقاومتها لحركة الأجسام داخلها كبيرة وهى ذات لزوجة كبيرة نسبياً .

**خاصية اللزوجة**

" الخاصية التى تسبب وجود مقاومة أو احتكاك بين طبقات السائل بحيث تعوق انزلاق بعضها فوق بعض "

## تفسير خاصية اللزوجة

طبقة متحركة
A
F
V
سائل
d
طبقة ساكنة

❶ إذا تصورنا كمية من سائل محصورة بين لوحين مستويين أحدهما ساكن والآخر متحرك بسرعة V فإن :

- طبقة السائل الملامسة للوح الساكن تكون ساكنة .
- طبقة السائل الملامسة للوح المتحرك تتحرك بنفس سرعته .
- باقى طبقات السائل بين اللوحين تتحرك بسرعات تتراوح من صفر إلى V .
- السرعة تتزايد من اللوح الساكن الى المتحرك بحيث تكون سرعة كل طبقة أقل من الطبقة التى تعلوها .

❷ يرجع الاختلاف النسبي في السرعة بين كل طبقة والتي تعلوها إلى نوعين من القوى:

**أ) قوى احتكاك:**

وجود قوى احتكاك بين كل من اللوحين المستويين وطبقة السائل الملامسة لكل منهما ناتجة عن التلاصق بين جزئيات اللوح الصلب وجزئيات السائل المجاورة لها فتتحرك كل طبقة من السائل تبعاً لحركة اللوح الملامسة له .

**ب) قوى شبيهة بقوى الاحتكاك:**

وجود قوى شبيهة بقوى الاحتكاك بين كل طبقة من طبقات السائل والطبقة التى تعلوها مما يعوق انزلاقها فوق بعضها البعض فينشأ فرق نسبى فى السرعة بين كل طبقة والتى تعلوها .

❸ يسمى هذا النوع من السريان بالسريان الطبقي أو السريان اللزج .

## استنتاج معامل اللزوجة ($\eta_{VS}$)

بفرض طبقتين من سائل المسافة العمودية بينهما d فإذا أثرت قوة مماسية F على الطبقة العلوية من السائل ( مساحتها A ) فسببت فرق فى السرعة بين الطبقتين مقداره V ، نجد انه لكى تحتفظ الطبقة المتحركة بسرعة ثابتة فإن :
القوة المماسية المؤثرة على الطبقة العلوية والتى تعادل قوى الاحتكاك بين الطبقات ( قوة اللزوجة )

❶ تتناسب طردياً مع السرعة V ---------------- $F \alpha V$ (١)

❷ تتناسب طردياً مع مساحة اللوح المتحرك ---------------- $F \alpha A$ (٢)

❸ تتناسب عكسياً مع المسافة الفاصلة بين اللوحين ---------------- $F \alpha \frac{1}{d}$ (٣)

من المعادلات السابقة ١ ، ٢ ، ٣

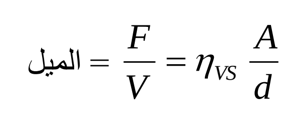
$$\therefore F \alpha \frac{AV}{d} \Rightarrow \therefore F = \eta_{VS} \frac{AV}{d}$$

$$\therefore \eta_{VS} = \frac{Fd}{AV}$$

| | |
|---|---|
| **وحدة قياس معامل اللزوجة** | $N.s/m^2$ وتكافئ kg/m.s أو (Pa.s) أو ($J.s/m^3$) |
| **تعريف معامل اللزوجة** | هو القوة المماسية المؤثرة على وحدة المساحات و ينتج عنها فرق في السرعة مقداره الوحدة بين طبقتين من السائل المسافة العمودية بينهما الوحدة |
| **العوامل التى يتوقف عليها معامل اللزوجة** | ١- نوع المائع ( السائل أو الغاز ) .<br>٢- درجة الحرارة ( تقل لزوجة المائع بارتفاع درجة حرارته ) . |
| 🕮 **ما معنى أن:**<br>**معامل اللزوجة لسائل =** $0.001\ kg.m^{-1}.s^{-1}$ | معنى ذلك أن القوى المماسية المؤثرة على طبقة من السائل مساحتها $1m^2$ وينتج عنها فرق في السرعة مقداره 1m/s بينها وبين طبقة تبعد عنها مسافة عمودية 1m = 0.001 نيوتن . |

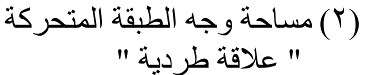
## العوامل التى يتوقف عليها قوة اللزوجة

(١) فرق السرعة بين طبقتين من السائل
" علاقة طردية "

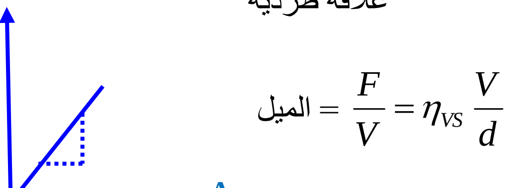


$$\text{الميل} = \frac{F}{V} = \eta_{VS}\frac{A}{d}$$



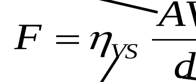


(٢) مساحة وجه الطبقة المتحركة
" علاقة طردية "

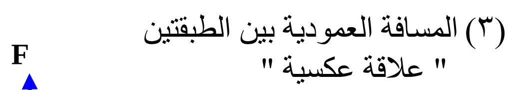


$$\text{الميل} = \frac{F}{V} = \eta_{VS}\frac{V}{d}$$





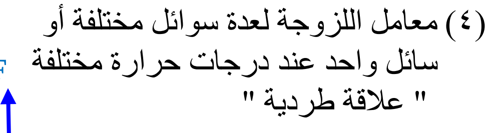
$$F = \eta_{VS}\frac{AV}{d}$$



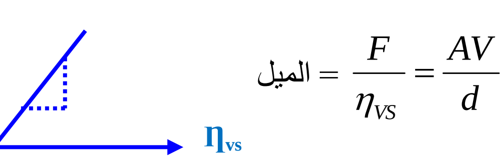
(٣) المسافة العمودية بين الطبقتين
" علاقة عكسية "

الميل = F d = $\eta_{vs}$ A V





(٤) معامل اللزوجة لعدة سوائل مختلفة أو سائل واحد عند درجات حرارة مختلفة
" علاقة طردية "



$$\text{الميل} = \frac{F}{\eta_{VS}} = \frac{AV}{d}$$



## تطبيقات على اللزوجة

| التطبيق | التفسير |
|---|---|
| (١) تزييت وتشحيم الآلات المعدنية | * تستخدم زيوت ذات لزوجة كبيرة لكى يكون لها القدرة على الالتصاق بأجزاء الآلة مع استمرار الحركة الدائبة ولا تنساب بعيداً عنها .<br>* **الغرض منها** :<br>- إنقاص كمية الحرارة المتولدة نتيجة الاحتكاك .<br>- حماية أجزاء الآلة من التأكل زيادة كفاءتها . |
| (٢) توفير استهلاك الوقود فى المركبات المتحركة (السيارة) | * فى السرعات الصغيرة نسبياً والمتوسطة تتناسب مقاومة الهواء الناتجة عن لزوجته طردياً مع سرعة المركبة .<br>* إذا زادت سرعة المركبة عن حد معين تتناسب مقاومة الهواء طردياً مع مربع سرعة المركبة مما يسبب زيادة استهلاك الوقود ، لذلك يلجأ قائد المركبة الخبير الى الحد من سرعتها لتوفير استهلاك الوقود . |
| (٣) اختبار سرعة ترسيب الدم (السرعة النهائية لتساقط كرات الدم الحمراء فى البلازما) | * عند سقوط كرة فى سائل لزج ، يؤثر عليها :<br>– وزنها لأسفل . – قوة دفع السائل لأعلى .<br>– قوة الاحتكاك بينها وبين السائل لأعلى نتيجة لزوجة السائل .<br>وتتزايد سرعة الكرة حتى تصل الى سرعة نهائية ثابتة نتيجة اتزان هذه القوى وتزداد قيمة السرعة النهائية للكرة بزيادة نصف قطرها ، وبالتالى عند آخذ عينة من الدم وقياس سرعة ترسيبها يمكن التعرف على حجم كرات الدم إذا كانت طبيعية أم لا فمثلا :<br>- فى حالة الاصابة بالحمى الروماتيزمية ، يحدث التصاق لكرات الدم الحمراء فيزداد حجمها ويزداد نصف قطرها وبالتالى تزداد سرعة الترسيب .<br>- فى حالة الاصابة بالأنيميا ، يحدث تكسير لكرات الدم الحمراء فيقل حجمها ويقل نصف قطرها وبالتالى تقل سرعة الترسيب . |

| م | علل لما يأتى | الإجابة |
|---|---|---|
| ١ | تقل كمية حركة جسم صلب عند تحريكه فى مائع | بسبب لزوجة المائع التى تعمل على مقاومة حركة الجسم فتقل سرعته وبالتالى تقل كمية حركته . |
| ٢ | تتواجد النباتات المائية غالبا قرب الشواطئ | لأن قرب الشواطئ تزداد قوى الاحتكاك التى تعوق الماء عن الانسياب حيث ( $F\alpha\frac{1}{d}$ ) وبالتالى تقل فرصة اقتلاع هذه النباتات بواسطة تيارات الماء المنساب . |
| ٣ | تقل سرعة أمواج البحر كلما اقتربنا من الشاطئ | لأنه كلما اقتربت الطبقة المتحركة من الطبقة الساكنة تقل سرعتها بسبب زيادة قوى الاحتكاك الناتجة عن اللزوجة . |
| ٤ | يشعر سكان الأدوار العليا بسرعة الرياح أكثر من سكان الأدوار السفلى | لأن الأدوار العليا بعيدة عن سطح الأرض ( طبقة الهواء الساكنة) فتزداد سرعة الهواء كلما ابتعدنا عن الأرض بسبب نقص قوى الاحتكاك الناتجة عن اللزوجة . |
| ٥ | تزيد سرعة مياه الترع فى الوسط | لان طبقة الماء فى الوسط تكون أبعد عن السطح الساكن وهو جدران الترع وقاعها فتكون بعيدة عن قوى الاحتكاك. |
| ٦ | محلول الصابون اكبر قدرة من الماء على تكوين فقاعات فى الهواء | لان لزوجة محلول الصابون أكبر من لزوجة الماء . |
| ٧ | بعض السوائل لزوجتها كبيرة | لكبر قوى الاحتكاك بين طبقات هذه السوائل والتى تعوق قابليتها للانسياب والحركة. |
| ٨ | يجب تشحيم وتزييت الآلات المعدنية من وقت لآخر | ❶لانقاص كمية الحرارة المتولدة أثناء الاحتكاك بين اجزاء الالة .<br>❷ حماية أجزاء الآلة من التآكل |
| ٩ | الزيوت المستخدمة في تزييت الآلات ذات لزوجة عالية | لكى يكون لها القدرة على الالتصاق بأجزاء الآلة مع استمرار الحركة الدائبة ولا تنساب بعيداً عنها . فتقل كمية الحرارة المتولدة اثناء الاحتكاك بين أجزاء الآلة وتمنع تأكلها |
| ١٠ | لا يصلح الماء في تشحيم الآلات المعدنية | لأن الماء من المواد ذات اللزوجة الصغيرة فينساب بعيدا عن أجزاء الآلة لضعف قوى التصاقه بالمعادن |
| ١١ | ينصح بعدم زيادة سرعة السيارة عن حد معين | لأن مقاومة الهواء تتناسب طرديا مع مربع سرعة السيارة في السرعات العالية فيزداد الشغل المبذول للتغلب على مقاومة الهواء وبالتالي يزداد معدل استهلاك الوقود |
| ١٢ | زيادة سرعة السيارة عن حد معين يسبب زيادة استهلاك الوقود | |
| ١٣ | تزداد سرعة الترسيب عند الأشخاص المصابين بمرض الحمى الروماتيزمية | بسبب تلاصق أو تضخم كرات الدم الحمراء مع بعضها فيزداد حجمها وبالتالي يزداد نصف قطرها فتزداد سرعة الترسيب حيث تزداد سرعة الترسيب بزيادة نصف قطر كرات الدم . |
| ١٤ | تقل سرعة الترسيب عن المعدل الطبيعي في حالة الإصابة بالأنيميا | لأن الأنيميا تسبب تكسير كرات الدم الحمراء فيقل حجمها وبالتالي يقل نصف قطرها فتقل سرعة الترسيب حيث تقل سرعة الترسيب كلما قل نصف قطر كرات الدم |

📖 **ما معنى أن سرعة ترسيب الدم في الإنسان الطبيعي = 15 مم/ساعة**

جـ: معنى ذلك أن السرعة النهائية لسقوط كرات الدم الحمراء خلال بلازما الدم = 15 مم/ساعة

## مثال محلولة

صفيحة مستوية مساحتها $0.01\ m^2$ تتحرك بسرعة 12.5 m/s معزولة عن صفيحة أخرى ساكنة كبيرة بطبقة من سائل سمكها 2mm فإذا كان معامل لزوجة السائل 4 kg/m.s احسب القوة اللازمة لحفظ الصفيحة متحركة




$$\because F=\eta vs\frac{AV}{d}\Rightarrow \therefore F=\frac{4\times 0.01\times 12.5\times 10^{-2}}{2\times 10^{-3}}=2.5N$$

## س ١ : أكتب المصطلح العلمى الذى تدل عليه العبارات التالية

١- السريان الناتج من تحرك طبقات السائل المتجاورة وانزلاقها فى نعومة .
٢- خط وهمى يبين المسار الذى يتخذه أى جزء من السائل أثناء انتقاله داخل أنبوبة من طرف الى أخر .
٣- السريان الناتج عن زيادة سرعة انسياب السائل عن حد معين ويتميز بوجود دوامات دائرية .
٤- عدد خطوط الانسياب التى تمر عمودياً بوحدة المساحات عند تلك النقطة .
٥- حجم السائل الذى ينساب خلال مساحة معينة فى وحدة الزمن .
٦- كتلة السائل التى تنساب خلال مساحة معينة فى وحدة الزمن .
٧- خاصية تتسبب فى وجود مقاومة أو احتكاك بين طبقات السائل تعوق انزلاقها بعضها فوق بعض .
٨- القوة المماسية المؤثرة على وحدة المساحات ينتج عنها فرق فى السرعة مقداره وحدة السرعة بين طبقتين من السائل المسافة العمودية بينهما وحدة المسافة .
٩- سرعة المائع عند أى نقطة فى أنبوبة سريان مستقر تتناسب عكسياً مع مساحة المقطع عند تلك النقطة .

## س ٢ : اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

١- فى السريان الهادئ للسوائل تكون النسبة بين عدد خطوط الانسياب المارة فى الجزء المتسع من الانبوبة الى عدد خطوط الانسياب فى الجزء الضيق من نفس الانبوبة ......... ( أقل من واحد – تساوى واحد – أكبر من واحد )
٢- وحدة قياس معامل اللزوجة ............ ( $kg.m^2.s^{-1}$ – $kg.m.s$ – $kg.m.s^{-1}$ – $kg.m^{-1}.s^{-1}$ )
٣- وحدة قياس معدل الانسياب الحجمى ........... ( $m^3.s$ – $m^2/s$ – $m^3/s$ – $m^3$ )
٤- وحدة قياس كتلة السائل المنساب خلال أنبوبة فى وحدة الزمن هى ...... ( $kg/s$ – $kg$ – $m^3/s$ – $m^3$ )
٥- سرعة مائع تتناسب عكسياً مع مساحة مقطع الأنبوبة التى ينساب خلالها . هذه العبارة تعنى .......... ( معدل الانسياب للسائل – قاعدة باسكال – معادلة الاستمرارية – قاعدة أرشميدس )
٦- باسكال . ثانية وحدة تكافئ الوحدة التى يقاس بها ....... ( الضغط – معدل انسياب سائل – المعدل الكتلى لانسياب سائل – معامل اللزوجة لسائل )
٧- فى السرعات الكبيرة للسيارة تتناسب مقاومة الهواء لها والناتجة عن لزوجة الهواء تناسباً ........
– طردياً مع سرعة السيارة . – عكسياً مع سرعة السيارة .
– طردياً مع مربع سرعة السيارة . – عكسياً مع مربع سرعة السيارة .
٨- مقاومة السائل لحركة الأجسام داخلها ترجع الى ........... ( كثافة السائل – لزوجة السائل – الضغط فى باطن سائل – انتقال السوائل من نقطة لآخرى )
٩- الزيوت المستخدمة لتشحيم الأجزاء المتحركة فى الآلات ذات ....... ( قابلية كبيرة للانسياب – قابلية متوسطة للانسياب – قابلية صغيرة جداً للانسياب – قليلة اللزوجة )
١٠- قياس سرعة ترسيب الدم يعتبر من تطبيقات ....... ( التوتر السطحي – اللزوجة – مبدأ باسكال – الطفو )
١١- إذا زادت مساحة مقطع الأنبوبة فى السريان الهادئ فإن معدل السريان الحجمى .....( يزداد – يقل – يظل ثابتاً – ينعدم )
١٢- إذا قلت مساحة مقطع أنبوبة السريان للنصف وزادت سرعة السريان الى الضعف فى السريان المستقر فإن معدل السريان الحجمى ........ ( يظل ثابتاً – يزداد للضعف – يقل للنصف – يقل الى الربع )
١٣- إذا زادت مساحة مقطع الانبوبة للضعف فى السريان الهادئ فإن سرعة السريان ...... ( تزداد للضعف – تقل للنصف – تزداد 4 امثال – تظل كما هى )
١٤- النسبة بين معدل السريان الكتلى الى معدل السريان الحجمى لسائل هى ....... ( كثافة السائل – سرعة السريان – الكتلة المنسابة فى الثانية – الحجم المنساب فى الثانية )
١٥- السرعة النهائية لسقوط كرات الدم الحمراء خلال البلازما تتناسب طردياً مع ........ ( مربع نصف قطر كرة الدم – نصف قطر كرة الدم – ضعف نصف قطر كرة الدم )
١٦- تقل سرعة الترسيب فى مرض ........ ( الحمى الروماتيزمية – الأنيميا – النقرص )

١٧- إذا كانت النسبة بين نصفى قطر الأنبوبة فى السريان الهادئ هى 2 : 1 فإن النسبة بين سرعتى السائل فيها هى ............ ( 1 : 4 – 1 : 2 – 2 : 1 – 4 : 1 )

١٨- الأمراض التى يقل فيها حجم كرات الدم الحمراء ........ ( الحمى الروماتيزمية – النقرص – الأنيميا )

١٩- عندما يزداد حجم كرات الدم الحمراء فإن سرعة ترسيبها تصبح ........ المعدل الطبيعى ( أكبر من – أقل من – تساوى )

٢٠- عندما تقل مساحة مقطع أنبوبة سريان مستقر فإن كثافة خطوط الانسياب ......... ( تزداد – تقل – تنعدم – تظل كما هى )

٢١- توجد قوى بين طبقات السائل تعوق انزلاق بعضها فوق بعض مما ينشأ عنه فرق نسبى فى السرعة ويسمى هذا النوع من السريان ...........

أ- السريان الطبقى ب- السريان المضطرب
ج- السريان اللزج د- (أ) و (ج) معاً

٢٢- فى السرعات الصغيرة نسبياً تتناسب مقاومة الهواء الناتجة عن لزوجته ........

– طردياً مع سرعة المركبة . – عكسياً مع سرعة المركبة .
– طردياً مع مربع سرعة المركبة . – عكسياً مع مربع سرعة المركبة.

٢٣- يمكن استنتاج معادلة الاستمرارية من خلال ........
( قانون الضغط – القانون الثانى لنيوتن – قانون بقاء الكتلة – قانون بقاء الطاقة )

٢٤- معامل لزوجة سائل هو القوة ......... المؤثرة على وحدة المساحات لينتج عنها فرق فى السرعة مقداره الوحدة بين طبقتين من السائل المسافة العمودية بينهما الوحدة . ( العمودية – المماسية – المائلة – الرأسية )

٢٥- $N.s.m^{-2}$ هى الوحدة التى يقاس بها .........
( الضغط – معدل انسياب سائل – معامل اللزوجة لسائل – المعدل الكتلى لانسياب سائل )

## س ٣ : ماذا نعنى بقولنا أن :

١- معدل انسياب سائل = $3 \times 10^{-3}$ kg/s .
٢- معدل التدفق الحجمى لسائل خلال أنبوبة = $4 \times 10^{-3}$ $m^3/s$ .
٣- معامل لزوجة سائل = 0.003 kg . $m^{-1}$ . $s^{-1}$ .
٤- سرعة ترسيب الدم فى الإنسان الطبيعى = 15 mm/h

## س ٤ : علل لما يأتى :

١- فى السريان المستقر ينساب السائل ببطء فى الانبوبة عندما تكون مساحة مقطعها كبيرة وينساب سرعة اكبر عندما تكون مساحة مقطعها صغيرة .
٢- يسرى الدم ببطء فى الشعيرات الدموية عنه فى الشريان الرئيسى رغم ان مساحة مقطع الشعيرات الدموية اقل من مساحة مقطع الشريان الرئيسى .
٣- تتزاحم خطوط الانسياب فى السريان الهادئ للسائل عند السرعات الكبيرة .
٤- يجب تشحيم وتزييت الآلات المعدنية من حين لآخر .
٥- يجب ان تكون الزيوت المستخدمة فى تزييت الآلات المعدنية ذات لزوجة كبيرة .
٦- لا يستخدم الماء فى عمليات التزييت والتشحيم .
٧- يزداد معدل استهلاك الوقود فى السيارات عند زيادة السرعة .
٨- تزداد سرعة الترسيب فى الدم عند الأشخاص المصابين بمرض الحمى الروماتيزمية .
٩- تقل سرعة الترسيب فى الدم عن المعدل الطبيعى فى حالة الإصابة بالأنيميا .
١٠- تقل مساحة مقطع عمود الماء المنساب من الخرطوم عندما توجه فوهته رأسياً لأسفل بينما تزداد مساحة مقطعه عندما توجه فوهته رأسياً لأعلى .
١١- فى السريان الهادئ يكون معدل أنسياب السائل ثابت عند أى مقطع .
١٢- فتحات الغاز فى مواقد الغاز تكون صغيرة جداً .

١٣- يستخدم رجال الإطفاء خراطيم لها طرف مسحوب .
١٤- تقل كمية حركة جسم صلب عند تحريكه فى مائع .
١٥- تتواجد النباتات المائية غالباً قرب الشواطئ .
١٦- تقل سرعة أمواج البحر كلما اقتربنا من الشاطئ .
١٧- يشعر سكان الأدوار العليا بسرعة الرياح أكثر من سكان الأدوار السفلى .
١٨- تزيد سرعة مياه الترع فى الوسط .
١٩- محلول الصابون أكبر قدرة من الماء على تكوين فقاعات فى الهواء .
٢٠- بعض السوائل لزوجتها كبيرة .
٢١- اختبار سرعة الترسيب يساعد الطبيب على معرفة ما إذا كان حجم كرات الدم طبيعي أو غير طبيعي .
٢٢- السائق الماهر لا يزيد من سرعة السيارة عن حد معين تقليلاً لاستهلاك الوقود .

## س ٥ : ما المقصود بكلاً من :

١- المائع .
٢- خاصية اللزوجة لسائل .
٣- معامل اللزوجة لسائل .
٥- السريان الهادئ .
٥- خط الانسياب .
٦- السريان المضطرب .
٧- معدل الانسياب الحجمى .
٨- معدل الانسياب الكتلى .
٩- معادلة الاستمرارية .

## س ٦ : قارن بين كل من :

١- السريان الهادئ والسريان المضطرب .
٢- معدل الانسياب الحجمى ومعدل الانسياب الكتلى .

## س ٧ : ما النتائج المترتبة على :

١- زيادة سرعة سريان سائل هادئ فى أنبوبة منتظمة المقطع عن حد معين .
٢- زيادة مساحة لوح يتحرك فى سائل لزج الى الضعف وثبات سرعة الحركة بالنسبة للقوة اللازمة لتحريك اللوح .
٣- انتهاء الشريان الرئيسى بعدد كبير من الشعيرات الدموية مجموع مساحات مقطعها أكبر من مساحة مقطع الشريان
٤- زيادة لزوجة مائع بالنسبة لسرعة جسم صلب يتحرك داخله .
٥- ضيق نهاية أنبوبة السريان بالنسبة لسرعة سريان السائل .
٦- انخفاض درجة حرارة سائل بالنسبة للزوجة السائل .
٧- عدم وضع زيوت ذات لزوجة عالية لأجزاء الآلة أثناء حركتها .
٨- زيادة سرعة السيارة عن حد معين بالنسبة لاستهلاك البنزين .
٩- زيادة حجم كرات الدم الحمراء بالنسبة لسرعة ترسيب الدم .
١٠- نقص حجم كرات الدم الحمراء بالنسبة لسرعة ترسيب الدم .

## س ٨ : اشرح الاساس العلمى ( الفكرة العلمية ) لكل مما يأتى :

١- اختبار سرعة الترسيب فى التحاليل الطبية .
٢- تزييت وتشحيم الآلات المعدنية .
٣- توفير استهلاك الوقود فى المركبات المتحركة ( السيارة ) .

## س ٩ : ما العوامل التى يتوقف عليها كل مما يأتى :

(١) قوة اللزوجة .( القوة اللازمة لتحريك لوح مستو فى سائل لزج فوق لوح مستو ساكن ) .

(٢) معامل اللزوجة لسائل .

## س ١٠ : أسئلة متنوعة :

١- أثبت ان سرعة السائل عند أى نقطة فى الانبوبة تتناسب عكسياً مع مساحة مقطع الانبوبة .( استنتج معادلة الاستمرارية )

٢- أذكر الشروط الواجب توافرها فى السريان المستقر ( الهادئ) لسائل داخل انبوبة .

٣- أذكر بعض تطبيقات خاصية اللزوجة

## س ١١- ١ : مسائل معادلة الاستمرارية :

(١) يمر ماء خلال أنبوبة من المطاط قطرها 1.2 cm بسرعة 3 m/s أحسب قطر فوهتها إذا كانت سرعة خروج الماء 27 m/s . **[ 0.4 cm ]**

*************************************************************************

(٢) أنبوبة مياه تدخل منزلا نصف قطرها 1.5cm وسرعة جريان الماء فيها 0.2m/s فإذا أصبح نصف قطر الانبوبة عند نهايتها 0.5cm فأحسب كلا من سرعة الماء عند الطرف الضيق وحجم الماء المنساب فى الدقيقة عند أى مقطع منها . ( $\pi = 3.14$) **[ 1.8 m/s , $8.5\times10^{-3}$ m$^3$ ]**

*************************************************************************

(٣) أنبوبة قطرها 10cm تنتهى باختناق قطره 2.5cm فإذا كانت سرعة الماء داخل الانبوبة 1m/s أحسب سرعة الماء عند الاختناق ، ثم أوجد كتلة الماء المنساب فى كل دقيقة خلال أى مقطع من مقاطع الانبوبة علماً بأن كثافة الماء 1000kg/m$^3$ ، ( $\pi = 3.14$) **[ 16 m/s , 471 kg ]**

*************************************************************************

(٤) ينساب سائل بسرعة V m/s خلال أنبوبة مياه نصف قطرها r cm ما هى سرعة السائل عندما تضيق الانبوبة ليصبح قطرها $r/4$. **[ 64 V m/s ]**

*************************************************************************

(٥) أوجد عدد الثقوب فى رشاش ماء يدخل اليه الماء بمعدل ثابت $3\times10^{-3}$ m$^3$/s وكانت سرعة خروج الماء من الرشاش 10 m/s ومساحة الثقب الواحد 1 mm$^2$ . **[ 300 ثقب ]**

*************************************************************************

(٦) شريان رئيسى قطره 0.5 cm وسرعة سريان الدم فيه 0.4m/s تشعب الى عدة شعيرات قطر كل منها 0.2 cm وسرعة سريان الدم فيها 0.25 m/s أوجد عدد هذه الشعيرات . **[ 10 شعيرات ]**

*************************************************************************

(٧) أحسب مساحة فوهة أنبوبة تضخ زيت بمعدل 18لتر فى الدقيقة إذا كانت سرعة سريانه 3m/s . **[ 1 cm$^2$ ]**

*************************************************************************

(٨) انبوبة مياه تدخل منزلا نصف قطرها 1cm وسرعة سريان الماء فيها 0.1m/s وفى أخر الأمر يصبح نصف قطرها 0.5 cm ، أحسب سرعة سريان الماء فى الجزء الضيق ومعدل حجم وكتلة الماء المنساب خلال أى مقطع من مقاطع الأنبوبة علماً بأن( $\pi$ ) = 3.14 ، ρ للماء = 1 gm /cm$^3$ . **[ $V_2$ = 0.4m/s , $Q_V$ = 31.4 cm$^3$/s , $\frac{\Delta m}{\Delta t} = 31.4 gm/s$ ]**

*************************************************************************

(٩) أنبوبة كبيرة تنقل الماء الى حقل فإذا كان نصف قطرها 15 cm وتتفرع الى أنابيب ضيقة فى نهايتها قطر كل منها 6cm أحسب عدد الأنابيب علماً بأن سرعة الماء داخل الانبوبة الواسعة هى نفس سرعته فى الانبوبة الضيقة. **[ 25 أنبوبة ]**

*************************************************************************

(١٠) يسرى الجازولين فى أنبوبة قطرها 2cm بسرعة 5m/s ، احسب : كمية الجازولين التى تسرى فى الدقيقة . ، والزمن اللازم لكى يمتلئ خزان سعته 20 m$^3$ بالجازولين . ( علماً بأن $\pi = 3.14$ ) **[ 0.0942 m$^3$ , 212.3 min ]**

*************************************************************************

(١١) يسرى سائل فى أنبوبة مساحة مقطعها 0.0002 m$^2$ بسرعة 4 m/s ، احسب معدل سريان السائل ، وسرعة السائل إذا زاد نصف قطر الأنبوبة الى الضعف . **[ $8\times10^{-4}$ m$^3$/s , 1 m/s ]**

*************************************************************************

(١٢) شريان رئيسى مساحه مقطعه $3\ cm^2$ والسرعة المتوسطة لسريان الدم فيه 30 cm/s يتوزع الدم منه على عدد من الشعيرات الدموية مساحة مقطع كل منها $3\times10^{-5}\ m^2$ وسرعة سريان الدم فى كل شعيرة 0.05 cm/s ، احسب عدد الشعيرات الدموية .
**[ 6000 شعيرة ]**

**************************************************************************************

(١٣) يندفع زيت خلال أنبوبة بمعدل 6 liter/min ، تتصل بها أنبوبة أخرى يخرج الزيت من فوهتها بسرعة 4 m/s ، احسب مساحة مقطع الأنبوبة الثانية .
**[ $2.5\times10^{-5}\ m^2$ ]**

**************************************************************************************

(١٤) ماء يسرى خلال أنبوبة قطرها 2 cm بسرعة متوسطة 3 m/s تم إغلاق نهاية الأنبوبة بسدادة بها عشر فتحات نصف قطر كل منها 1mm ، احسب السرعة المتوسطة لتدفق الماء من كل فتحة .
**[ 30 m/s ]**

**************************************************************************************

(١٥) اصطدمت مركب بصخرة تحت سطح الماء فأحدثت فى هيكلها ثقباً مستديراً ، فكان سرعة تدفق الماء الداخل من الثقب 4.427 m/s ، احسب نصف قطر الثقب إذا كان معدل حجم الماء الداخل من الثقب $8.7\times10^{-3}\ m^3/s$ .
**[ 2.5 cm ]**

**************************************************************************************

(١٦) خزان ضخم مملوء بالماء ويوجد به فتحة ضيقة مساحة مقطعها $2\ cm^2$ . فإذا كانت سرعة سريان الماء خلال الفتحة 12.52 m/s فاحسب حجم وكتلة الماء المنساب فى الدقيقة علماً بأن (ρ) للماء = $1000\ kg/m^3$ .
**[ $150.24\times10^{-3}\ m^3$ , 150.24 kg ]**

**************************************************************************************

(١٧) يحقن محلول بمحقن مساحة سطح مكبسه $2.5cm^2$ فإذا كان معدل تدفق المحلول $10cm^3/s$ فأحسب سرعة سريان المحلول فى الحقن ونصف قطر الابرة اللازم استخدامها لتكون سرعة المحلول عند خروجه منه $^{40}/_{\pi}$ m/s .
**[ 4 cm/s , 0.05 cm ]**

**************************************************************************************

(١٨) أحسب سرعة الماء خلال اختناق فى انبوبة ملساء يدخل فيها الماء بسرعة 2 m/s إذا كانت مساحة مقطع هذا الاختناق ثلث مساحة مقطع الانبوبة .
**[ 6 m/s ]**

**************************************************************************************

(١٩) محقن أسطوانى مساحة مقطعة $4cm^2$ مركب عليه إبرة نصف قطرها 0.7 mm أحسب سرعة سريان المحلول فى المحقن عندما يكون معدل الدفق له $5cm^3/s$ واحسب أيضا سرعة المحلول لحظة خروجه من الابرة .
**[ 1.25 cm/s, 324.97 cm/s ]**

**************************************************************************************

(٢٠) شريان رئيسى يتفرع الى 100 شعيرة دموية نصف قطر كل منها $^{1}/_{4}$ نصف قطر الشريان الرئيسى فإذا كانت سرعة تدفق الدم فى الشريان الرئيسى 0.045 m/s فاحسب سرعه تدفقه فى كل شعيرة .
**[ $7.2\times10^{-3}$ m/s ]**

**************************************************************************************

(٢١) أنبوبة (أ) مساحة مقطعها $50\ cm^2$ تتفرع الى فرعين ب ، جـ فإذا كانت مساحة مقطع (ب) هى $15cm^2$ ومساحة مقطع (جـ) هى $10\ cm^2$ ينساب الماء بداخلها سريان هادئ فإذا كانت السرعة فى (أ) 4m/s وفى (ب) 6m/s أحسب السرعة فى (جـ) .
**[ 11 m/s ]**

**************************************************************************************

(٢٢) الجدول التالي يوضح العلاقة بين سرعة سريان سائل ( v ) عند نقطة فى أنبوبة سريان ومساحة مقطع الأنبوبة (A) عند تلك النقطة :

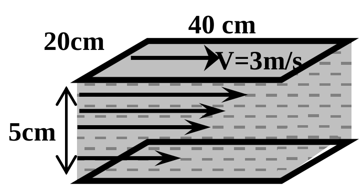
| v (m/s) | 40 | 20 | 10 | 5 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| A ( $cm^2$ ) | 1 | 2 | 4 | 8 | 10 |

(أ) ارسم العلاقة البيانية بين ( v ) على المحور الرأسي و ( $\frac{1}{A}$ ) على المحور الأفقي
(ب) من الرسم أوجد :
❶ سرعة السائل فى الانبوبة عند مساحة مقطع $5\ cm^2$
❷ معدل السريان الحجمى للسائل خلال الانبوبة .
❸ معدل السريان الكتلى خلال الأنبوبة .
( علماً بأن كثافة السائل $1000\ kg/m^3$ )

**[ 8 m/s , 0.004 $m^3$/s , 4 kg/s ]**

**************************************************************************************

## س ١١- ٢ : مسائل اللزوجة :




(٢٣) **فى الشكل المقابل**
إذا أثرت قوة مماسية مقدارها 10N على اللوح العلوى ليتحرك بسرعة 3m/s احسب معامل اللزوجة للسائل .
**[ 2.083 $N.s/m^2$ ]**

*************************************************************************

(٢٤) ✍ طبقة من سائل لزج سمكها 8 cm موضوعة بين لوحين مستويين أفقيين ومتوازيين ، إذا كان معامل لزوجة السائل 0.8 kg/m.s أوجد :
(أ) القوة اللازمة لتحريك لوح رقيق مساحته 0.5 $m^2$ بسرعة 2 m/s وموازياً للمستويين ويبعد عن أحدهما مسافة 2 cm
(ب) الضغط الناشئ عن هذه القوة المؤثرة على اللوح الرقيق . **[ 53,3 N ، صفر ]**

*************************************************************************

(٢٥) صفيحة مستوية مساحتها 0.01$m^2$ معزولة عن صفيحة أخرى كبيرة بطبقة من سائل سمكها 2 mm فإذا أثرت قوة قدرها 2.5 N على الصفيحة الاولى فتحركت بسرعة 12.5 m/s احسب معامل لزوجة السائل . **[ 0.04 kg/m.s ]**

*************************************************************************

(٢٦) صفيحة مستوية مساحتها 10$cm^2$ معزولة عن صفيحة أكبر منها بطبقة من الجلسرين سمكها 1mm فإذا كان معامل اللزوجة للجليسرين 20 $gm.cm^{-1}.s^{-1}$ ما هى القوة اللازمة لحفظ الصفيحة متحركة بسرعة 1cm/s . **[ 2000 داين ]**

*************************************************************************

(٢٧) صفيحة مربعة طول ضلعها 10 cm تتحرك موازية لصفيحة أخرى بسرعة 10 cm/s فإذا كان كلاهما مغموراً فى الماء وكانت قوة اللزوجة بينهما 200 داين ومعامل اللزوجة 0.01$gm.cm^{-1}.s^{-1}$ أحسب المسافة بينهما . **[ 0.05 cm ]**

*************************************************************************

